

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Nikola Dujmešić**

**OPTIMIZACIJA PRIKUPLJANJA ROBE PRIMJENOM  
TEHNOLOGIJE KOMISIONIRANJA GLASOM- STUDIJA SLUČAJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2016.**

Zagreb, 19. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Unutrašnji transport i skladištenje**

## **DIPLOMSKI ZADATAK br. 3786**

Pristupnik: **Nikola Dujmešić (0135218836)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom - studija slučaja**

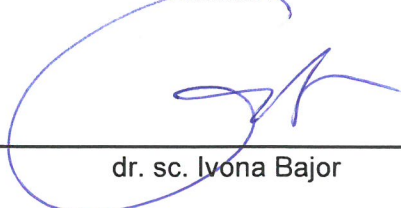
### **Opis zadatka:**

Svrha istraživanja je prikazati funkcionalnosti i prednosti korištenja sustava za glasovno upravljanje sa prikazom kratkog roka povrata uložених sredstava na primjerima analiziranja postojećih skladišnih sustava sa skladišnim jedinicama na području Republike Hrvatske.

Cilj rada je prikazati glasovno upravljanje kao soluciju, nadogradnju na postojeći sustav koja djelomično simplicira skladišne procese. Iako se najčešće spominje kroz kontekst komisioniranja u skladištima, glasovno upravljanje zapravo može se koristiti i za druge skladišne procese poput zaprimanja robe, skladištenja, inventure i sl. što je potrebno istaknuti u radu.

Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2016.

Mentor:



---

dr. sc. Ivona Bajor

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**DIPLOMSKI RAD**

**OPTIMIZACIJA PRIKUPLJANJA ROBE PRIMJENOM  
TEHNOLOGIJE KOMISIONIRANJA GLASOM- STUDIJA SLUČAJA**

**OPTIMIZING PICKING PROCESS BY PICK BY VOICE  
SYSTEM- CASE STUDY**

Mentor: dr. sc. Ivona Bajor

Student: Nikola Dujmešić, 0135218836

**Zagreb, rujan 2016.**

# OPTIMIZACIJA PRIKUPLJANJA ROBE PRIMJENOM TEHNOLOGIJE KOMISIONIRANJA GLASOM- STUDIJA SLUČAJA

## SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada je izrada prijedloga optimizacije skladišnih procesa. Primarni proces u ovom radu podrazumijeva komisioniranje uz prijedlog optimizacije sa uvođenjem komisioniranja glasom u skladište. Skladišni procesi prikazani su na primjeru jedne tvrtke, isto kao i način na koji se mogu optimizirati. Kao rješenje prijedloga optimizacije prikazana je tehnologija komisioniranja glasom kao mogućnost uz koju se dolazi do željene razine učinkovitosti procesa u skladištu. Analizirana su vremena komisioniranja prije i poslije implementacije komisioniranja glasom te se na temelju toga dolazi do zaključka o isplativosti investicije i prednostima koje takav sustav donosi.

KLJUČNE RIJEČI: skladišni procesi, komisioniranje glasom, optimizacija procesa, studija slučaja,

## SUMMARY

The aim of this thesis is the development of proposals of optimization warehouse processes. The primary process in this work implies picking along with the proposal of optimization with the introduction of pick by voice in the warehouse. Warehouse processes are shown on the example of one company, as well as the manner in which they can be optimized. As the proposed solution of optimization is shown pick by voice technology as an option which leads to the desired level of efficiency in the warehouse. Picking times before and after implementation of pick by voice were analyzed, and based on the addition comes to a conclusion of cost effectiveness of the investment and benefits of such system brings.

KEYWORDS: Warehouse Processes, Pick by Voice, Process Optimization, Case Study

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. SKLADIŠNI PROCESI.....	2
2.1. Zaprimanje robe.....	3
2.2. Pohrana .....	4
2.3. Skladištenje .....	5
2.4. Komisioniranje .....	6
2.4.1. Komisioniranje načinom „Roba čovjeku“ .....	8
2.4.2. Komisioniranje načinom „Čovjek robi“ .....	8
2.5. Otprema .....	11
2.6. Cross docking .....	12
2.7. Informacijski sustavi .....	12
3. SUSTAV KOMISIONIRANJA GLASOM.....	16
3.1. Utjecaj ergonomske čimbenika na proces komisioniranja .....	16
3.2. Trošak pogreške.....	17
3.3. Tehnologije komisioniranja.....	18
3.4. Radio-frekvencijski bar kod čitači.....	21
3.5. Tehnologija upravljanja glasom .....	23
3.5.1. Način rada.....	25
3.5.2. „Tekst u govor“ ili unaprijed snimljeni govor .....	25
3.5.3. Tehnologija ovisna ili neovisna o operateru .....	26
3.5.4. Beskonačan ili ograničen vokabular .....	27
3.5.5. Start i stop riječi.....	27
3.5.6. Trening u radnoj okolini ili u uredskom prostoru.....	28
3.5.7. Potpuno integrirani uređaji i alternativna rješenja .....	28

3.5.8. Istraživanje tržišta.....	28
4. ANALIZA SKLADIŠNIH PROCESA TVRTKE NA TRŽIŠTU REPUBLIKE HRVATSKE.....	30
4.1. Skladišna oprema.....	30
4.2. Rukovanje robom i poslovanje tvrtke.....	31
4.3. Oznake pakiranja.....	32
4.4. Proces komisioniranja robe .....	34
5. IMPLEMENTACIJA SUSTAVA GLASOVNOG UPRAVLJANJA.....	36
5.1. Komunikacija sa uređajem .....	36
5.2. Skladišni regali .....	39
5.3. Simulacija procesa kao dokaz isplativnosti implementacije .....	41
5.4. Prikaz glasovnog sustava nakon implementacije .....	45
5.5. Povrat investicije .....	53
6. ZAKLJUČAK .....	59
LITERATURA .....	60
POPIS SLIKA .....	63
POPIS TABLICA .....	64
POPIS GRAFIKONA.....	65

# 1. UVOD

Radni procesi logistike zahtijevaju stalno unapređivanje i usklađivanje sa IT tehnologijama kako bi se osigurala konkurentnost na tržištu. Poboljšanje procesa novim rješenjima i tehnologijama pridonosi učinkovitosti logističkih operacija. Opstanak opskrbnog lanca i raznih poslovnih subjekata uvelike ovisi o učinkovitosti skladišta stoga je potrebno preuzeti nove tehnologije, iskoristiti nove mogućnosti i unaprijediti poslovanje na višu razinu.

Višekanalni sustav koji se definira kao sustav u kojemu postoji više kanala opsluživanja krajnjeg korisnika rezultira povećanim brojem zaprimljenih narudžbi koje povećavaju radni obujam pa operater mora odraditi više linija komisioniranja. Linija komisioniranja podrazumijeva jedan redak naloga. Takav razvoj događaja u skladištima sa standardnom RF tehnologijom pruža mogućnosti pogreške, pa je potrebno pronaći rješenje u novoj tehnologiji. Takvo rješenje se može pronaći u tehnologiji komisioniranja glasom.

Logistički procesi u skladištima imaju prostora za unapređenje. Iako unapređenje znači par sekundi po radnji, niti takav podatak nije zanemariv posebice zbog činjenice da je zbog neuređenih procesa zaposleno par dodatnih operatera i produktivnost je smanjena. Vezano za spomenuto, glasovno upravljanje može pridonijeti dodanu vrijednost u skladišnim operacijama poput: zaprimanja robe, pohrane, komisioniranja, inventure i dr.

Sukladno navedenom, u radu će se istražiti mogućnosti implementacije komisioniranja glasom, specifičnosti nadogradnje na postojeći WMS sustav (engl. *Warehouse Management System*), povrat uloženi sredstava u sustav, prednosti nad ostalim tehnologijama. Podaci vezani za rad sustava komisioniranja glasom temeljit će se na postojećim sustavima ugrađenim u tvrtke koje djeluju na međunarodnom tržištu i posluju sa robom kratkog roka trajanja i sa tehničkom robom. Istraživanje je provedeno komparacijom rezultata dobivenih mjerenjem vremena trajanja izvođenja procesa komisioniranja glasom i bar kod tehnologijom. Prema dobivenim rezultatima predložit će se daljnje radnje za unapređenje postojećih skladišnih sustava kako bi razina produktivnosti i zadovoljstva radnika dosegla maksimum.

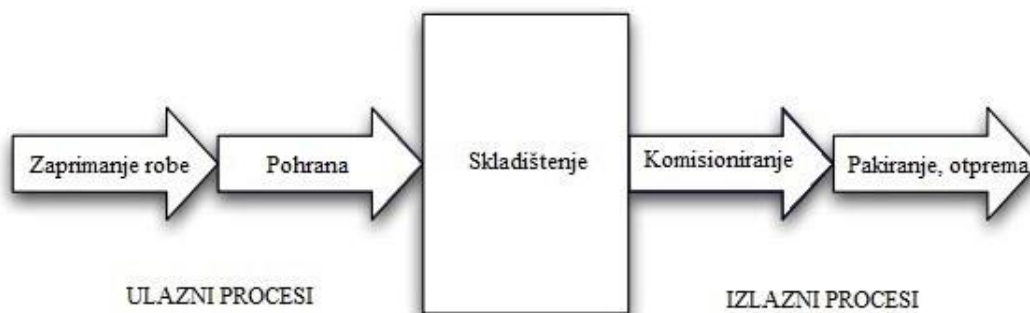
Iako je glasovna tehnologija prisutna na tržištu posljednjih 30 godina od implementacije u Fordu, značajna točka preokreta dogodila se prilikom suradnje sa Walmart trgovinom koja je prihvatila tehnologiju komisioniranja glasom u skladištima kako bi poboljšala brzinu i točnost operacija komisioniranja robe unutar distribucijskog kanala te se uspješno nosila sa postavljenim logističkim zadacima.

## 2. SKLADIŠNI PROCESI

U skladištu se reorganiziraju i prepakiravaju proizvodi. Proizvod dolazi pakiran u većim jedinicama, a skladište napušta u usitnjenom obliku. Zbog procesa usitnjavanja okrupnjenih pošiljaka, u takvom okruženju skladišne operacije su mnogo napornije. Prema *Bartholdi i Hackman* ta tvrdnja je još točnija ukoliko je proizvod kojim se rukuje najmanja pakirana jedinica. U suštini, što je manja jedinica rukovanja, to je trošak veći. [1]

Kroz ovo poglavlje obraditi će se skladišni procesi, sa naglaskom na proces komisioniranja robe. Glasovno upravljanje je najlakše prikazati kroz proces komisioniranja robe i zbog toga će se taj proces detaljnije prikazati. Ostali procesi koji će se još obraditi su zaprimanje robe, nadopuna, otprema i dr.

U referentnoj literaturi se može pronaći podjela na ulazne i izlazne operacije u skladištu. Iako skladišta daju različite krajnje proizvode, većinom djele isti uzorak toka robe. U praksi, zaprimaju robu u velikim količinama, odlažu je za brzi dohvat robe te u dogovoru s kupcom, skupljaju robu i dostavljaju je korisniku. Sukladno navedenom, na Slici 1 su prikazani ulazni procesi koji obuhvaćaju zaprimanje i pohranu robe te izlazni procesi koji obuhvaćaju komisioniranje i kontrolu, pakiranje, otpremu i dr. [1]



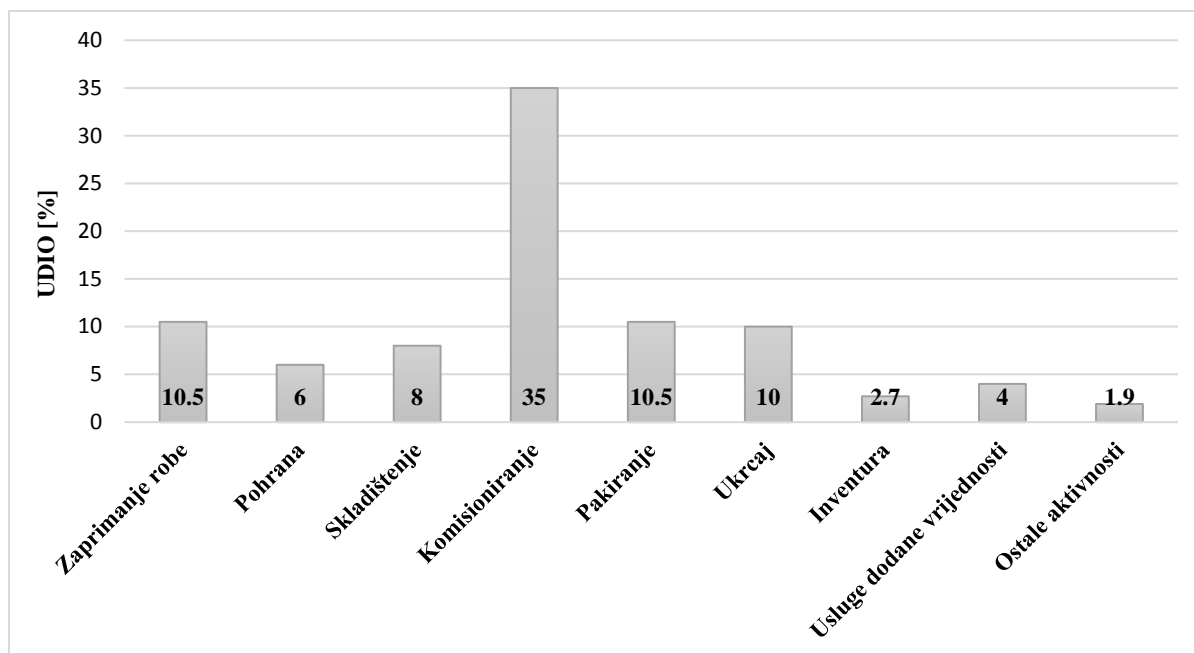
**Slika 1** Prikaz ulaznih i izlaznih procesa

Izvor: Bartholdi i Hackman [1]

Grafikonom 1 pokazuju se glavne aktivnosti skladišta i njihov udio u ukupnom trošku, naglašavajući važnost aktivnosti poput komisioniranja, pakiranja i otpreme robe. Udjeli variraju ovisno o načinu izvršavanja tih aktivnosti. Na primjer, tvrtke koje su pod pritiskom da ubrzaju procese



vjerojatno će koristiti cross docking<sup>1</sup> koncept kako bi smanjili količinu vremena utrošenu na pohranu i komisioniranje robe. [2]



**Grafikon 1** Skladišne aktivnosti kao udio u ukupnom trošku

Izvor: Richards [2]

## 2.1. Zaprimanje robe

*Richards* [2] smatra kako sve započinje pravilnim zaprimanjem robe. Proces zaprimanja robe je važan za efektivne operacije skladišta. Navodi se kako sljedećih pet koraka pomaže pri poboljšanju produktivnosti u području zaprimanja i otpreme robe:

- osigurati skladišne pozicije za većinu dobavljača,
- smanjiti količinu kontrole na dolaznim dostavama,
- imati prioritet na promocijskim artiklima i artiklima sa niskom razinom zalihe,
- pažljivo planirati pohranu robe i osigurati da je proizvod smješten efikasno i na točnu lokaciju,
- što više koristiti cross docking.

Prilikom zaprimanja robe bitno je ustvrditi da je pravi proizvod zaprimljen, u pravoj količini i u neoštećenom stanju u pravo vrijeme. Takvi elementi se često utvrđuju direktno s dobavljačem. Kako navodi *Richards*, potrebno je poduzeti neke korake prije samog procesa zaprimanja robe, jer kad roba dođe tada je prekasno za rješavati moguće probleme. [2]

---

<sup>1</sup> Cross docking predstavlja izravan tok robe kroz distribucijski centar pri čemu se isključuje potreba skladištenja i smanjuje broj manipulacija

## 2.2. Pohrana

Proces pohrane podrazumijeva odlaganje robe na određenu lokaciju unutar skladišta. Lokacije na koje se roba odlaže moraju biti unaprijed određene. Ukoliko su lokacije robe unaprijed određene, kasnije komisioniranje robe može biti brže. Ovaj pristup zahtijeva vođenje evidencije ne samo o robi koja se pohranjuje, već i lokacijama pohrane. U svakom trenutku mora biti poznato koje su lokacije slobodne, kolika im je veličina, nosivost i dr. [1]

Bitno je da dobavljač specificira proizvod kako bi se kupac na što prikladniji način pripremio za zaprimanje robe. Isto tako bitno je da osoba zadužena za nabavu robe unaprijed specificira ambalažu, broj proizvoda po kartonu, broj kartona po paleti i dogovori označavanje paketa, ili deklariranje ukoliko je potrebno te da dogovori mod transporta i osigura da je roba kompatibilna sa skladišnim prostorom.

Mnogi današnji WMS sustavi alociraju lokaciju proizvoda unaprijed i upućuju operatera gdje pohraniti robu. To može biti direktno u prostor za otpremu ukoliko je roba namjenjena za cross docking ili u paletni regal ukoliko je roba namjenjena za nadopunu ili zalihe.

Kako bi ovakav sustav funkcionirao na efikasan i efektivan način, velika količina informacija treba biti dostupna za ulaz u sustav. Informacije potrebne za sustav su:

- veličina, masa i visina paletizirane robe,
- rezultat ABC analize, gdje je roba većeg obrtaja smještena bliže otpremnoj zoni,
- trenutne podatke nabave,
- slične proizvodi,
- trenutni status svakog proizvoda za pojedinačno komisioniranje,
- veličinu skladišnih lokacija,
- nosivost paletnog regala. [2]

U slučajevima kada ne postoji takav sustav, voditelj skladišta treba izračunati pogodne lokacije pohrane robe i dati točne upute djelatnicima. Jednako važna odluka odnosi se na određivanje hoće li proizvod biti smješten na fiksnu ili promjenjivu lokaciju. Fiksna lokacija znači da je određena samo za pojedini proizvod, dok kod promjenjive lokacije proizvodu se daje najefikasnija moguća pozicija.

Fiksna pozicija omogućava operateru da zapamti stvarnu lokaciju i ubrza proces komisioniranja. Nedostatak predstavlja ukoliko nema proizvoda na zalihi u određeno vrijeme i tada paletna pozicija je prazna i iskorištenje paletnog prostora je značajno smanjeno. [2]

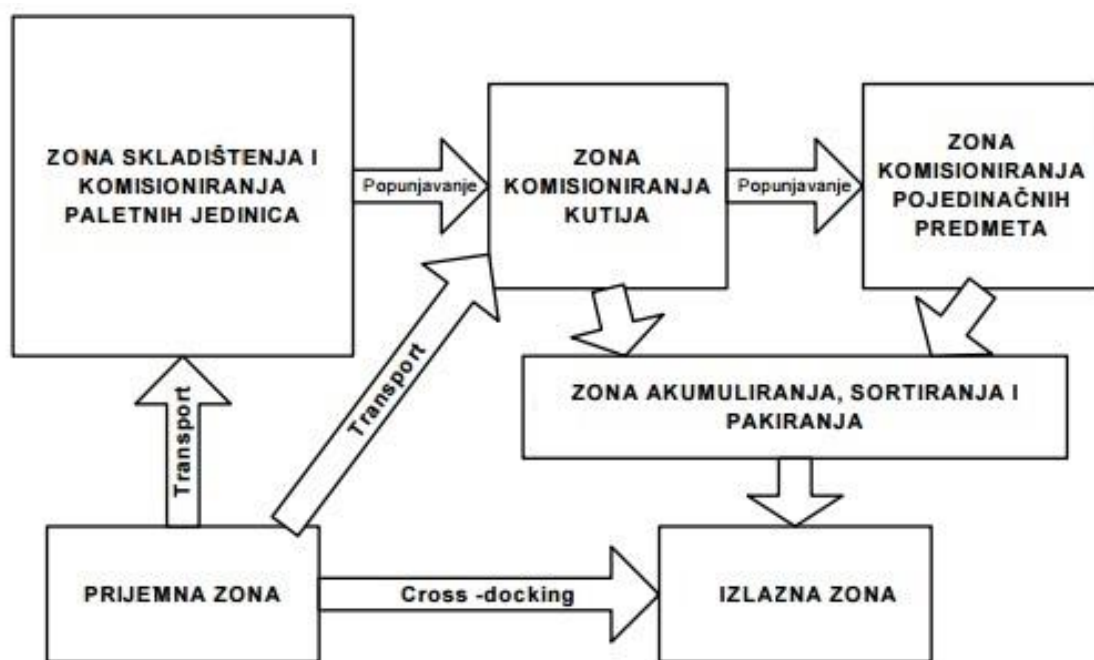
Pohrana zahtijeva veću količinu rada zbog učestale potrebe za pomicanjem proizvoda od zone prijema do skladišne lokacije. Pohrana uobičajeno stvara otprilike 15% od ukupnih troškova skladišnih operacija. [1]

### 2.3. Skladištenje

Skladišni sustavi su mjesta uređena i opremljena za privremeno i sigurno pohranjivanje, čuvanje, pripremu i izdavanje robe. [3] Skladišta su izgrađeni objekti ili pripremljeni prostori za smještaj i čuvanje roba od trenutka njihovog preuzimanja do vremena njihove upotrebe i otpreme. Odnosno to su mjesta na kojem su pohranjene zalihe i uređena su i opremljena za privremeno i sigurno pohranjivanje, čuvanje, pripremu i izdavanje robe.

S logističkog stajališta skladište je čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prije svega prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. Skladištenje i distribucija su glavne tehničke funkcije skladišta čiji je cilj prostorno i vremensko uravnoteženje tokova roba. [4] U području prometa distribucijska skladišta ostvaruju dinamičko uravnoteženje na relaciji proizvođači – potrošači, akumuliranjem i sjedinjavanjem proizvoda s različitih mjesta proizvodnje, bilo od jedne tvrtke ili bilo od više njih, a mogu biti raspoređena tako da skraćuju transportne udaljenosti da se udovolji zahtijevu za brzom dostavom korisnicima. [5]

Neovisno o vrsti skladišta, svako ima tipične zone te glavne tokove robe. Tokovi robe u skladištima se odvijaju pojedinim potprocesima kao što je i prikazano na Slici 2.



**Slika 2** Tipične skladišne zone i tok robe

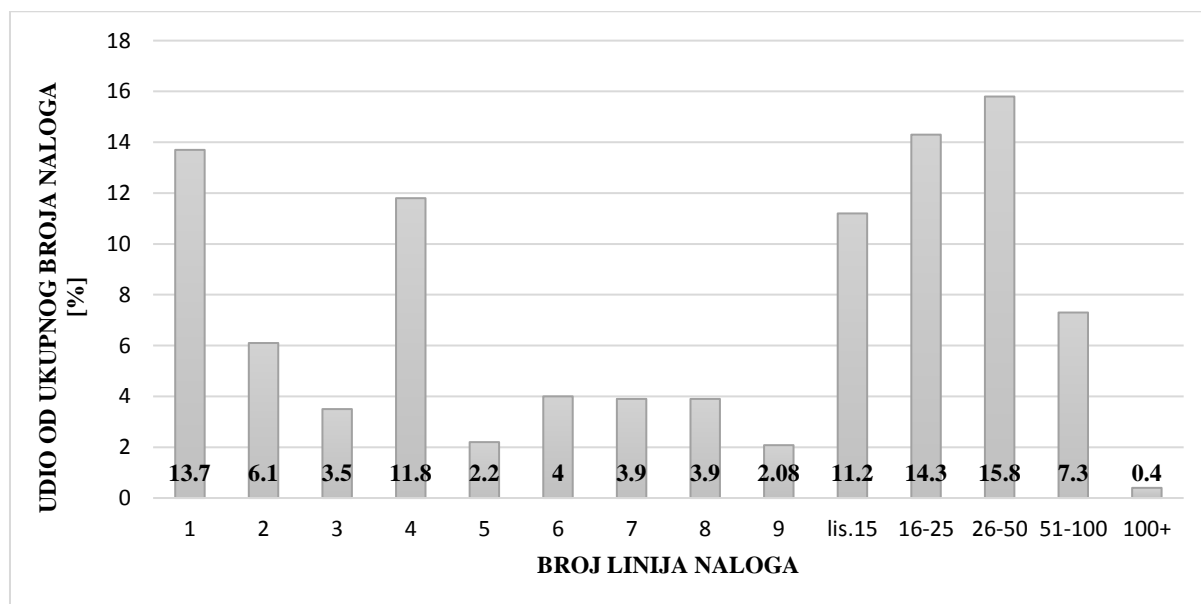
Izvor: Đukić [6]

Pristigle pošiljke se konsolidiraju u prijemnoj zoni gdje se vrši provjera te se dodjeljuju skladišne pozicije i transportiraju se u skladišnu zonu ili idu na cross docking dio skladišta. Cross docking je ujedno i zona komisioniranja u kojoj se prema nalogu kupca komisionira cijela paleta ili paketno.

## 2.4. Komisioniranje

U procesu komisioniranja, narudžbe su dodijeljene jednom ili više operatera. Ukupna površina komisioniranja treba biti podijeljena u zone komisioniranja i dodijeljena različitim operaterima. Postoje dvije dodatne mogućnosti podijele zona na: paralelne ili sekvencijske zone. Nalozi se mogu komisionirati pojedinačno (engl. *single order picking*) ili grupno (engl. *batch picking*). [7]

Odluka o načinu komisioniranja može ovisiti o nekoliko faktora, vrsti robe, broju linija naloga, obujmu paketa i sl. Broj linija naloga ponekad može dati krivu sliku i navesti na krive zaključke. Kao što je prikazano Grafikonom 2, broj naloga sa jednom linijom komisioniranja je otprilike 13,5%. To može značiti i da je naručena velika količina jednog proizvoda, paletno komisioniranje, a osim standardne narudžbe može biti i naknadno ispunjenje naloga koje se nije izvršilo na nekom prijašnjem nalogu zbog nedostatka robe na zalihi. U daljnjem tekstu linija naloga je pojam koji se često koristi pa je potrebno definirati pojam. Stoga, linija se definira kao jedan redak naloga. U jednoj liniji naloga postoji više informacija poput lokacije, naziva, potrebne količine. Broj linija naloga nam ne govori koja količina robe je potrebna te samim time se taj pojam ne može poistovjetiti sa brojem dohvata koje operater mora napraviti.



**Grafikon 2** Broj linija komisioniranja po pojedinom nalogu (%)

Izvor: Richards [2]

Po primitku narudžbe kupca potrebno je provesti radnje provjere trenutnog stanja zaliha i potvrditi količine kako bi se mogao napraviti nalog za otpremu. Nakon toga izrađuje se nalog za komisioniranje kako bi se izvršila narudžba. Zatim se izrađuje potrebna dokumentacija za otpremu i daje se raspored isporuke. To uobičajeno odradi skladišni sustav. [1]

Komisioniranje uobičajeno predstavlja 55% troškova od ukupnih troškova koje stvaraju različiti skladišni procesi. Samo komisioniranje može se podijeliti na sljedeće stavke kao prikazano u Tablici 1.

**Tablica 1** Proces komisioniranja rastavljen na stavke unutar samog procesa

Aktivnosti	Vrijeme komisioniranja (%)
<b>Putovanje</b>	55
<b>Traženje</b>	15
<b>Prikupljanje</b>	10
<b>Dokumentacija i ostale aktivnosti</b>	20

Izvor: Frazelle [8]

Komisioniranje se može pojaviti u raznim fazama lanca opskrbe. Sukladno tome vezani su za proizvodnju ili distribuciju. Kada govorimo o komisioniranju u proizvodnji tada je riječ o skladištima sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda, a priprema naloga – komisioniranje iz proizvodnog pogona vezano je za:

- prilagođavanje sirovina/poluproizvoda potrebama proizvodnje,
- ulogom međufaznog skladišta poluproizvoda i,
- prilagođavanjem gotovih proizvoda zahtjevima otpreme ili nove proizvodnje.

U distribuciji, komisioniranje se pojavljuje kao proces transformacije pojavnog oblika robe sa zaliha u skladištu u javni oblik koji zahtijeva korisnih, odnosno to je proces pripreme robe za isporuku. Kod ove vrste skladišta u ulaznom toku robe su u većini slučajeva transportno-manipulativne jedinice sa homogenim sadržajem. Treba uzeti u obzir da postoje različiti zahtjevi pa su tako tipične situacije da se od skladišta zahtijeva formiranje mješovite transportno-manipulativne jedinice sa mješovitim – nehomogenim sadržajem. U ovakvim situacijama zbog složenosti zadatka, posljedica potencijalnih grešaka, troškova i vremena potrebnog za realizaciju, komisioniranje predstavlja jedan od najosjetljivijih procesa koji se obavlja u skladištu. [9]

### 2.4.1. Komisioniranje načinom „*Roba čovjeku*“

U sustavima komisioniranja prema principu „roba-čovjeku“ (engl. *part-to picker*) roba koju treba izuzeti kreće se do operatera. Mjesto izuzimanja nalazi se na kraju prolaza pa se ovi sustavi još nazivaju i sustavi „na kraju prolaza“ (engl. *end-of-aisle*). [6]

Ovaj sustav komisioniranja je poznat kao i automatizirani sustav, omogućava da se teret ili skladišna lokacija iz koje se komisionira roba, doprema do operatera koji se nalazi na fiksnom mjestu u skladištu. Ti sustavi su zastupljeni u raznim oblicima:

- AS/RS (engl. *Automated Storage and Retrieval Systems*),
- karuseli,
- automatizirani sustavi za komisioniranje manjih jedinica. [9]

Najpoznatiji primjer ovakvog sustava su visokoregalna automatizirana skladišta AS/RS. U ovim sustavima automatska visokoregalna dizalica (visokoregalni viličar) izuzima paletu iz visokog regala, te je dovozi do mjesta komisioniranja na fiksnoj lokaciji na kraju prolaza. U slučaju komisioniranja paletnih količina, cijela paleta se odvozi u predajnu zonu viličarem ili sustavom konvejera. U slučaju komisioniranja kutija, operater na fiksnoj lokaciji izuzima potrebnu količinu, a ostatak robe na paleti automatska dizalica prevozi i odlaže natrag u regal. Ista metoda koristi se i za komisioniranje malih pojedinačnih predmeta u tzv. miniload AS/RS sustavima. Mali pojedinačni predmeti odloženi su u regalu u posebnim sanducima umjesto na paletama. Ovi sustavi znatno su manjih dimenzija od paletnih visokoregalnih automatiziranih sustava.

Za skladištenje i komisioniranje manjih paketa koriste se i protočni regali - karuseli. Karusel je regal koji se sastoji od serije ladica koje rotiraju horizontalno ili vertikalno, donoseći određenu ladicu (lokaciju) do fiksnog mjesta izuzimanja. Jedna od novijih izvedbi rješenja sustava za komisioniranje malih dijelova su vertikalni podizni moduli (engl. *vertikal lift module system-VLMS*). Izvedba je slična vertikalnom karuselu, ali ladice ne rotiraju. Sredstvo za pohranu/prikupljanje slično kao kod AS/RS sustava izuzima cijelu ladicu i dovozi je do mjesta za izuzimanje predmeta. Nakon toga ladica se vraća na svoje mjesto u modulu. Zbog samo vertikalnog kretanja sredstva za pohranu/prikupljanje ladica, ovi sustavi nazivaju se još i vertikalni podizni AS/RS sustavi (engl. *vertical lift AS/RS*). [9]

### 2.4.2. Komisioniranje načinom „*Čovjek robi*“

U ovom sustav „Čovjek robi“ (engl. *Picker-to part*) podrazumijeva se da se operater kreće pješice ili na transportno-manipulativnom sredstvu duž skladišnih prolaza do lokacija sa robom i komisionira traženi sadržaj. [9] Kako se aktivnost komisioniranja najčešće obavlja u prolazima između regala, ova grupa sustava vrlo se često naziva i sustavi „u prolazima“ (engl. *in-the-aisle*). [6]

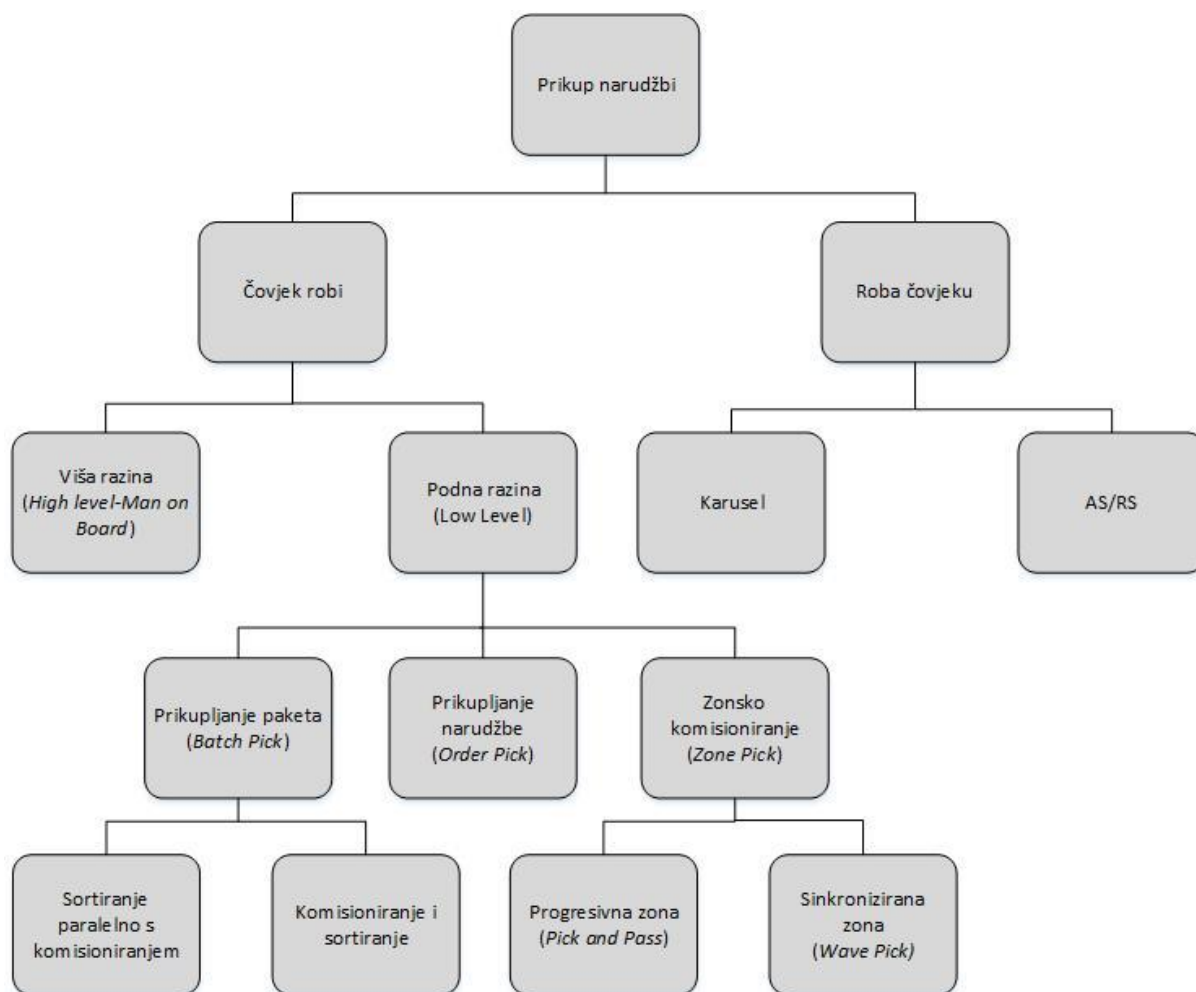
Podno skladištenje predstavlja najjednostavniji oblik skladištenja. Roba je uskladištena na paletama pozicioniranim na nultoj razini, odnosno smještene su na pod te se slažu jedna na drugu, a izuzimanje robe je isključivo u paletnim količinama, najčešće primjenom klasičnih izvedbi viličara. Budući da bilo koji način skladištenja treba omogućiti izravan pristup svakoj vrsti robe, to vrijedi i za podna skladišta, pa se ovisno o veličini asortimana koristi raspored u blokove ili u redove. U praksi najčešći način skladištenje robe na paletama je pohrana u regale.

Paletni regali sa svojom konstrukcijom omogućuju pohrana paleta na više razine čime se dobiva veći kapacitet nego podnim skladištenje, istovremeno omogućujući pristup svakoj paleti (što podrazumijeva i pristup svakoj vrsti robe). U principu je nekoliko jediničnih regala spojeno tako da čine redove, između kojih su prolazi za transportna sredstva i radnike. Osim ovih prolaza postoje i glavni prolazi (prednji, stražnji i eventualno jedan ili više poprečnih prolaza) koji služe za promjenu prolaza između regala, mimoilaženje i/ili okretanje transportnog sredstva. Komisioniranje se obavlja ili pomoću transportne opreme izuzimanjem ukupne količine na paleti ili ručno, izuzimanjem sa regala količina manjih od ukupne količine na paleti (s najnižih razina regala). Moguće je i kombinirano izuzimanjem ukupne količine na paleti pomoću transportnog sredstva te spuštanjem na nižu razinu i ručnog izuzimanja potrebne količine. Pri tome se za transport izuzete robe koriste razna kolica ili viličar za komisioniranje. S ciljem bolje iskoristivosti površine i prostora, kao i ostvarenja drugih zahtijeva skladištenja, umjesto paletnih regala mogu se koristiti i drugačije izvedbe.

Kod rješenja s prolaznim regalima isti su postavljeni u blok – kompaktnu rešetkastu konstrukciju kroz koju prolaze transportna sredstva. Kod ove izvedbe nema posebnih prolaza između regala, kao kod skladišta s paletnim regalima, budući da su ovi prolazi sastavni dio površine za skladištenje (naravno da postoje glavni prolazi). Ako opisana izvedba treba zadovoljiti princip izravnog pristupa svakoj vrsti robe, jasno je da se u tom slučaju može skladištiti mali asortiman robe. U izvedbama s protočnim paletnim regalima palete se također nalaze jedna do druge, krećući se prolazima - stazama od mjesta ulaza u regal s jedne strane do mjesta izuzimanja s druge strane regala.

[6]

Jednostavno objašnjeno, komisioniranje zahtijeva kretanje proizvoda i operatera. Ovisno o tome koja strana je u pokretu razlikuju se kretanja „Roba čovjeku“ i „Čovjek robi“. Te dvije klasifikacije su detaljnije podijeljene i prikazane Grafikonom 3. S obzirom na prijevod i nedorečenost pojedinih termina ostavljeni su izvorni nazivi kako ne bi došlo do zabune. „Roba čovjeku“ nije toliko često korištena metoda zbog velikih troškova, težeg procesa implementacije i same konfiguracije te visokih troškova održavanja.



**Grafikon 3** Grafički prikaz komisioniranja „Roba čovjeku“ i „Čovjek robi“

Izvor: Izradio autor prema podacima sa [10]

S obzirom na prikazano, komisioniranje na visokim paletnim pozicijama se rijetko koristi u skladištima jer su kretanja proizvoda ograničena te je otežano komisioniranje robe jer se operater mora dovesti do lokacije na visokoregalnom viličaru i u posebno dizajniranom prostoru na vilicama se treba podići do određene lokacije što uzima dodatno vrijeme.

Komisioniranje na nultoj razini regala, odnosno na najnižoj paletnoj poziciji, je uobičajena pojava ponajviše zbog inicijalno nižeg troška, lakše implementacije i rekonfiguracije te nižih troškova održavanja. Nulta razina je još dodatno podijeljena na komisioniranje narudžbi, paketa i zonsko komisioniranje.

Sinkronizirana zonska metoda je kada svi operateri mogu raditi na istoj narudžbi (ili normalno na više narudžbi) u isto vrijeme i komisionirana roba se kasnije sortira i konsolidira prema individualnim pošiljkama. Takav način komisioniranja je najbrža metoda za komisioniranje



višestrukih narudžbi kad je vrijeme vremenski ciklus najkraći, ali u tom slučaju sortiranje i konsolidacija zahtijevaju puno više pažnje.

Progresivna zonska metoda (engl. *Pick and Pass*) označava metodu komisioniranja u kojoj se svaka pojedina narudžba, ili po mogućnosti skup narudžbi, komisionira u jednoj zoni i pomiče se zatim u sljedeću kada se završi komisioniranje u prethodnoj zoni. Ova metoda je najefektivnija prilikom velikih operacija kada je broj skladišnih jedinica veliki, kada je veliki broj narudžbi i dovoljno nizak da se komisionira svaka narudžba zasebno. [6]

## 2.5. Otprema

Otprema robe sastoji se od različitih aktivnosti, no osnovna funkcija je izlaz robe iz skladišta. Sukladno tome, razlikuju se različiti potprocesi i aktivnosti koje se obavljaju:

- prijem robe iz skladišne/komisione/sortirne zone,
- privremeno pohrana u predajnoj zoni,
- kontrola komisionirane robe,
- prepakiranje,
- označavanje,
- dokumentiranje,
- ukrcaj. [4]

Prije samog procesa otpreme, roba se najprije može uputiti na dodatne aktivnosti, kao što je pakiranje. Pakiranje može biti zahtjevno jer se svaki komad mora zasebno obraditi. Unatoč tome, može poslužiti kao provjera točnosti ispunjenja naloga. Točnost ispunjenja je ključna mjera usluge u čemu je važno ponuditi što kvalitetniju i točniju uslugu što ujedno i generira manje troškove.

Netočno prikupljene narudžbe uzrokuju poremećaj procesa kod klijenta te generiraju povrate koji su izuzetno skupi. Jedinom komplikacijom se smatra isporuka naručene robe u što manje pakiranja kako bi se snizio trošak otpreme, kao i trošak svih popratnih radnji, dodatnih rukovanja i dr. Ukoliko je pošiljka manja, mora se čekati na popunjenje cijelog prijevoznog sredstva, a problem se javlja i ukoliko se radi o robi koja zahtijeva posebne uvjete, pri čemu se može prevoziti samo sa istom vrstom robe. Roba nakon pakiranja može biti skenirana kako bi se unijela u sustav kao spremna za ispunjenje narudžbe, a time počinje i proces praćenja pošiljke.

Nadalje, bitno je naglasiti kako se u samom procesu otpreme rukuje većim jedinicama koje su se oformile nakon pakiranja, primjerice paletne jedinice. Roba pripremljena za ukrcaj i otpremu može se odložiti na unaprijed određeno mjesto unutar skladišta i čekati na ukrcaj. Navedeno zahtijeva više

rukovanja i iz tog razloga nije preporuka. Prilikom ukrcaja, ukoliko je tako organizirano, samo vozilo može biti skenirano kako bi se označilo da je ukrcaj završen te da je roba u prijevozu. [1]

## 2.6. Cross docking

Cross docking predstavlja izravan tok robe kroz distribucijski centar pri čemu se isključuje potreba skladištenja i smanjuje broj manipulacija. Cross docking centri omogućuju brz odaziv na upit kupca. Koristi se zbog načina rada koji omogućuje premještanje robe kroz opskrbni lanac na vrlo brz način.

Roba u cross docking skladištu predviđena je na skladištenje na kratak period vremena, odnosno na dan do dva. Prema istraživanjima koja su provedena i koja je *Gwyne* prikazao u svome radu, samo se 10% robe usmjeruje na cross docking skladište unatoč tome što kompanije sve više uviđaju prednosti cross docking načina rada. Najčešći proizvodi cross docking dijela skladišta su kvarljivi proizvodi poput voća i povrća, ribe, mesa, koje trebaju biti brzo proslijeđene dalje u opskrbni lanac. [2]

Ako je roba koja je u dolasku već naručena od strane klijenta, nema potrebe za pohranom iste, već se po dolasku u skladište kreće direktno od prijema do otpreme. Na taj se način povećava protok robe i dolazi do ušteda (ponajviše zato jer je izbjegnuto komisioniranje koje oduzima najviše vremena i zadaje najviše troškova).

U cross docking skladištima velikog volumena, protok robe je bitna stavka te se vremena okretanja mjere u satima. Kako bi se omogućilo što brže komisioniranje, skladišni objekt može biti poprilično jednostavan, kao i proces koji se u njemu vrši: teret se iskrcava sa dolaznih vozila, sortira te ukrcava na odlazna vozila, bez pohrane. Ukoliko ipak dođe do uskladištenja robe, ista se pohranjuje samo na nekoliko sati, ili najviše jedan dan. U takvom tipu skladišta nalazi se veliki broj manipulacijske opreme za pomicanje tereta. Sam rad smatra se glavnim troškom. [1]

## 2.7. Informacijski sustavi

Informacijski sustav tvrtke obuhvaća sve ono što je vezano za komisioniranje, čuvanje, obradu i raspodjelu podataka i informacija. Pitanje kako izgraditi poslovno i tehnološko rješenje uz korištenje informatičke tehnologije u vlastitom okruženju (npr. skladišta) kako bi postala konkurentna, efikasna i isplativija, krije se u pravilnom pristupu rješavanja postavljenog problema uz pomoć provjerenih i priznatih metoda. Ustroj skladišnog poslovanja uvjetovan je vrstom gospodarske djelatnosti i različit je kod proizvodnih društava, trgovine i uslužnih djelatnosti (distribucije i transporta). Samim time ne postoji jedinstveni informacijski sustav ili aplikacija, koji bi mogao univerzalno riješiti poslovni ustroj skladišnog poslovanja. U praksi se nude cjelovita rješenja s programskim modulima ili se

informacijski podsustav skladišnog poslovanja izrađuje na zahtjev korisnika i za njihove potrebe. Bez obzira na izbor informacijsko – tehnološkog rješenja, pripadni programi moraju biti usklađeni prema potrebama i ustrojstvu društva, a posebno prema osnovnim računovodstvenim poslovnim funkcijama. Evidencija zaliha vodi se na tri mjesta i to:

- u skladištima,
- u materijalnom, pogonskom i knjigovodstvu gotovih proizvoda,
- u financijskom knjigovodstvu (vrijednosno). [11]

Materijalno, pogonsko i robno knjigovodstvo usklađuje vrijednosno stanje s financijskim knjigovodstvom, a količinska stanja predmeta usklađuje sa skladišnom evidencijom. Veza prema financijskom knjigovodstvu neće biti problematična, ako se poštuje načelo da se ništa ne smije knjižiti bez temeljnice iz materijalnog, pogonskog ili robnog knjigovodstva. Zbog važnosti održavanja stalnih veza između navedenih poslovnih sustava i mogućnosti pogrešaka prilikom evidencije, izračuna i prijenosa poslovnih podataka, nameće se nužnost informatizacije ovih segmenata poslovanja. Skladišno-materijalno poslovanje često se uvodi kao prvi podsustav, a nakon toga izrađuju se i povezuju ostali podsustavi prema projektu izgradnje informacijskog sustava tvrtke. [12] Ova poglavlje je zapravo predmet obrade ERP (engl. *Enterprise resource planning*) sustava te njegova važnost u poslovanju tvrtke. Postoji više proizvođača ERP sustava u svijetu, a među najpoznatijima su Oracle, SAP, Microsoft Dynamics GP. Strukturu ERP sustava najčešće čine kolekcije aplikacija. One su organizirane u funkcionalne cjeline, koje se nazivaju moduli. Naravno, postoje razlike između pojedinih ERP sustava po pitanju modula, što znači da svi ERP sistemi nemaju sva funkcionalna područja, niti uključuju uvek iste module. Također, moduli mogu biti potpuno istog sadržaja, ali različitog naziva, kao i obrnuto, istog naziva, ali sa potpuno različitim sadržajem aplikacija. S obzirom da je prošireni ERP sistem fokusiran na Internet orijentirana rješenja, a i da su se pojavile nove tehnologije, u ERP se integriraju novi moduli, kao što su SCM (engl. *Supply Chain Management*), CSM (engl. *Customer Relationship Management*), SFA (engl. *Sales Force Automation*), APS (engl. *Advanced Planning and Scheduling*), BI (engl. *Business Intelligence*) i e-Business te razlika između klasičnog i proširenog ERP sustava je prikazana na Tablici 2. [13]

**Tablica 2** Usporedba modula u klasičnom ERP-u i proširenom ERP sustavu

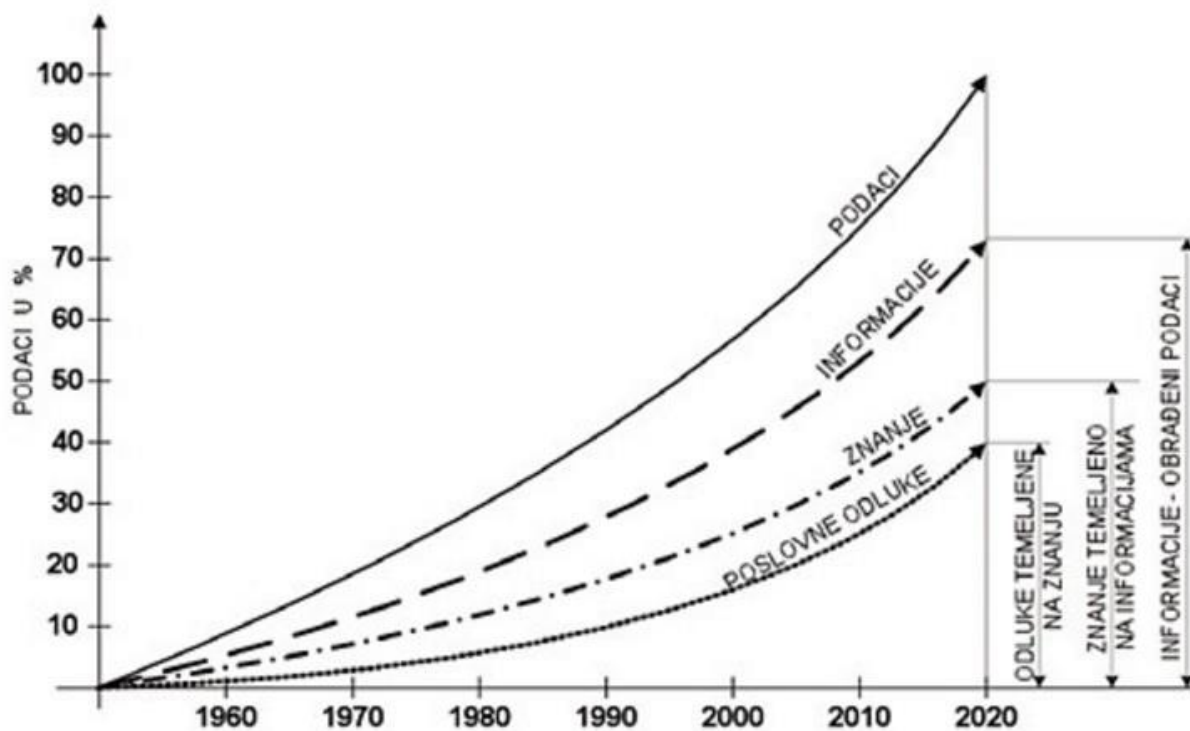
KLASIČNI MODULI U ERP-U	KLASIČNI MODULI U PROŠIRENOM ERP-U
Marketing i poslovno planiranje	Upravljanje financijama
Nabava i skladištenje	Opskrbni lanci
Prodaja i distribucija	Upravljanje odnosima s kupcima
Upravljanje proizvodnjom	Elektronsko poslovanje
Računovodstvo i financije	Upravljanje proizvodnjom

Ljudski resursi	Upravljanje uslugama
	Distribucija, prodaja, marketing

Izvor: Petrović [13]

ERP je jedinstveni poslovni sustav koji koristi različite module za dobivanje rješenja. Informacije koje su se prikupile i obradile kao dio funkcionalne cjeline poslovnog sustava, ulaze u jedan zajednički sustav gdje se kombiniraju, omogućavajući time smislenu komunikaciju među odjelima, dobavljačima, klijentima i menadžerima. Glavni cilj ERP-a je implementacija najboljih praksi za sve poslovne procese. Može se reći da je ERP ključna poslovna strategija i najveća prednost njegove implementacije je stjecanje sposobnosti eliminacije višestrukih sustava unutar poslovnog sustava bez povećanja proširenosti jedinstvenog sustava. Prema definiciji ERP je alat koji će pomoći poslovnom sustavu da resurse iskoristi na najbolji način. [14]

ERP sadrži puno relevantnih podataka koje preuzima iz baze podataka pojedine tvrke, ali prema novim potrebama dolazi i do nedostatka integriranim informacijama iz različitih programskih sustava što je vidljivo na Slici 3. Informacije su temelj za znanje, a kvalitetne odluke se temelje na znanju. U ERP sustavu su u odnosu na postojeće IIS do 1990. godine rasli opsezi i količine podataka, ali se povećavao i jaz između podataka i integriranih informacija. [15]



**Slika 3** Bogatstvo podacima i nedostatak integriranih informacija u ERP sustavu

Izvor: Infotrend [15]

Jedan od logistički bitnih modula u ERP sustavu je modul. Referira ga se na kao modul jer ne mora biti nužan dio ERP sustava. Bez obzira, WMS modul je skup alata i procesa koji zajednički omogućavaju u operativnom i logističkom smislu bolje upravljanje nad funkcijama.

WMS je ključan dio skladišnog poslovanja koji služi za automatsku kontrolu kretanja i skladištenje zaliha unutar skladišta s popratnim operacijama koje uključuju prijem, otpremu i komisioniranje. WMS također služi za organizaciju zaliha s obzirom na stvarne trenutne podatke o stanju zaliha tijekom aktivnih operacija skladišta. WMS također može sadržavati i skladišnu infrastrukturu i suprastrukturu. Neke od informacija koje se vežu za zalihe mogu biti: karakteristike zaliha, lokacije, grupe, dimenzije, mase, skladišne mjerne jedinice i dr.

Sve te značajke su bitne za WMS jer se na temelju njih njima upravlja. WMS automatski skuplja podatke putem RFID (engl. *Radio Frequency Identification*) ili barkod skenera. Ovakav modul nije pripadajući za svako skladište, jer je WMS skup za posjedovati i održavati (tvrtke često imaju svoje timove za informacijske tehnologije koji održavaju WMS). Tako da je bitno kod implementacije WMS-a da se odvažu troškovi s koristima. Neke od često navedenih prednosti WMS-a su da se mogu smanjiti troškovi rada, povećati skladišni kapacitet, uslugu korisnicima i osigurati veću točnost kod upravljanja sa zalihama na fizičkoj razini.

Smanjenje troška radne snage je ostvareno ako je trošak IT kadra manji od uštede troška radnika unutar samog skladišta. Povećanje usluge korisnicima se također ostvaruje ako se smanji vrijeme obrade, komisioniranja i otpreme. Povećanje skladišnog kapaciteta zbog WMS modula i nije nužno ostvarivo ako se skladišti bez unaprijed definiranog rasporeda, odnosno ako se roba skladišti i odlaže na najdostupnije regale zbog uštede na vremenu. WMS u praksi omogućuje redukciju vremena faza prijema, komisioniranja i otpreme. [16]

### 3. SUSTAV KOMISIONIRANJA GLASOM

Skladišta imaju ključnu ulogu u upravljanju opskrbnim lancem i imaju bitnu ulogu za poslovne procese u proizvodnji, logistici i trgovini. Unatoč nekim novim konceptima upravljanja kojima se cilja na smanjenje troškova skladišne opreme, skladišta su ključna za uslugu korisniku i dostupnost proizvoda. U Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) na primjer, količina proizvoda dosegla je 1.686.757 milijuna američkih dolara (USD) u 2014. godini. Navedeno vodi do povećane potražnje za skladišnim prostorom i prisiljava tvrtke da režu troškove i poboljšaju produktivnost svojih unutarnjih logističkih i skladišnih procesa. [17]

Još od samih početaka u 40-im godinama prošlog stoljeća, kada je započeo razvoj skladišta, glasovna tehnologija utjecala je na mnoge industrije. Danas, proizvođači automobila ugrađuju glasovnu tehnologiju u navigaciju vozila i sigurnosne sustave za navođenje vozača kako bi stigli na odredište. Više tvrtki koristi glasovne sustave za automatizaciju glasovne podrške, stavljanje narudžbi, bankarske transakcije i širenje informacija. Kako se ova tehnologija nastavlja razvijati, korisnici postaju svjesni ubrzanog razvoja te prihvataju tehnologiju u svakodnevnim životima.

U isto vrijeme, glasovna tehnologija učinila je značajan iskorak u područjima gdje je nezanemariv udio fizičkog rada, u industrijskim funkcijama kao što su proizvodnja i distribucija, gdje glasovna tehnologija doslovce oslobađa radnike da budu sigurniji na radnom mjestu i točniji u obavljanju svojih zadataka te više fokusirani na zadani posao. [18]

Kroz sljedeće točke obradit će se neke od bitnih stavki koje su vezane za implementaciju glasovnog upravljanja. Vrlo je važno naglasiti koliko je bitno smanjiti postotak pogrešaka u nekom skladišnom sustavu te koliki utjecaj se postiže prilikom rada sa slobodnim rukama. Glasovno upravljanje omogućuje smanjenje pogreški što je značajna ušteda koja se računa i gleda kroz niz različitih faktora te sigurno nije činjenica koju se može olako zanemariti. S druge strane su ergonomske uvjeti poslovanja, prilikom rada sa glasovnim upravljanjem operater ima slobodne ruke te na taj način može pravilno rukovati sa teretom što ujedno olakšava fizički dio rada te smanjuje mogućnost povreda i ozljedi i samim time direktno utječe na skladišno poslovanje.

#### 3.1. Utjecaj ergonomske čimbenika na proces komisioniranja

Utjecaj ergonomije je postao nezanemariv u zadnjih nekoliko godina, sa industrijskog, ali i akademskog gledišta. Dugogodišnje izlaganje boli mišića, poput mišićno-koštanog poremećaja, ovisi o razini komocije radnika te veliki broj posljedica koje se javljaju u skladišnom poslovanju su upravo mišićno-koštani poremećaji koji stvaraju veliku zabrinutost javnom zdravstvu.

S obzirom na činjenicu da proces komisioniranja u velikom broju slučajeva obavljaju ljudi te su to sve ručne radnje stvara se zabrinutost zbog utjecaja na ljude. Komisioniranje je okarakterizirano kao ponavljajuća radnja pa stoga koja uključuje podizanje teških tereta i nepreferiranog položaja tijela koje vodi prema raznim mišićno-koštanim poremećajima radnika koji stvaraju više od polovice svih neprisutnosti na radnom mjestu..

Bez obzira na prikazano, integracija ergonomije na proces komisioniranja još nije dobila dovoljno prostora u referentnoj literaturi. Bitno je naglasiti kako maksimalna prihvatljiva visina i dubina polica prilikom komisioniranja te ograničenja težine za radnika mogu dovesti do značajnijih ergonomske poboljšanja i kao dugoročna beneficija može dovesti do smanjenja troškova cjelokupnog sustava.

Držanje tijela ovisi o veličini, tipu i težini paketa i konfiguraciji polica. Predlaže se pohrana robe prema frekvenciji komisioniranja: roba sa nižom frekvencijom i/ili višom težinom trebaju biti pozicionirana na donje police, dok roba sa višom frekvencijom komisioniranja treba ostati na visini od otprilike 0.85m pa do visine ramena. [19]

### 3.2. Trošak pogreške

Prihvaćena je činjenica da povećani broj pogrešaka vodi većim troškovima. Postoji mnogo kalkulacija o tome koliko vrijedi pogreška ili neispravno izvršen nalog. Elementi koji su uključeni u izračun pogreške su sljedeći:

- trošak oporavka svake stavke,
- cijena zaprimanja robe u povratu i provjere iste,
- trošak komisioniranja i zamjene stavke,
- trošak prepakiravanja,
- trošak ponovne dostave,
- administrativni troškovi prilikom rukovanja i zaprimanja pritužbi i sl.,
- trošak odgode plaćanja zaprimljene robe,
- mogući otpis ukoliko je vraćeni proizvod izvan prihvatljivog roka trajanja ili je oštećen u transportu.

Pogreška može biti označena kao manjak što rezultira izgubljenom prodajom i slično. Isto tako može biti označena kao višak te ukoliko je prijavljen višak onda postoje troškovi komisioniranja uključujući transport i radnu snagu te potencijalni manjak ukoliko se odluči na uvjeravanje korisnika da zadrži stavku. Ukoliko nije prijavljen zaprimljeni višak onda je to izravan trošak koji se prikazuje kroz manjak na inventuri stanja. Veličina troška pogreške uvelike ovisi o tipu proizvoda i zoni u kojoj se ta pogreška dogodila. [2]

### 3.3. Tehnologije komisioniranja

Proces komisioniranja se može izvršiti na nekoliko načina. U praksi se susreću dvije tehnologije, komisioniranje robe pomoću papira i bez papira.

Tehnologija komisioniranja pomoću papira zapravo i nije tehnologija, već najjednostavniji i najjeftiniji način u koji su potrebna najmanja ulaganja. Funkcionira na način da jedna osoba kreira listu komisioniranja prema pristiglim narudžbenicama i dostavi ju u papirnatost formi djelatniku koji obavlja komisioniranje. Zatim taj isti djelatnik sa listom komisioniranja, čitajući liniju po liniju teksta pronalazi traženu skladišnu lokaciju sa koje uzima traženu robu i označava izvršenu aktivnost ili promjene nastale uslijed djelomičnog ili potpunog nedostatka tražene robe. U dobro organiziranim i upravljanim skladištima sa iskusnim djelatnicima, ovaj način funkcionira korektno. Prednost ovog sustava je u relativno niskim troškovima implementacije ovog sustava, ali njegovo korištenje je ograničeno na situacije koje karakteriziraju mali zahtjevi u pogledu brzine protoka informacija i obrade naloga. Ovim načinom se ujedno i generira veći broj pogrešaka.

Kod bezpapirnih tehnologija se sve aktivnosti prate elektronski. Nema više potrebe za papirnatim listama komisioniranja. Podaci se razmjenjuju elektronskim putem, prijenos podataka od servera do terminala koji se nalaze na djelatniku ili na mjestu rada. Uporabom ovih tehnologija uklonjene su neproduktivne aktivnosti vezane za komisioniranje pomoću papira i povećana je zbog toga produktivnost i više od 50%. [9] Neke od pogodnosti koje su *Đurđević i Miljuš* naveli istražene su u prijašnjim radovima [20] i odnose se na:

- Eliminacija obrade papira, nema pisanja;
- Redukcija vremena utrošenog na traženje i orijentaciju;
- Oslobođanje ruku za manipulativne aktivnosti (osim kod primjene RF terminala);
- Smanjenje pogreške što smanjuje troškove osoblja i troškove povrata;
- Optimizacija ruta komisioniranja;
- Ažuriranje zaliha kroz interaktivno komisioniranje;
- Podrška kontinuiranoj kontroli zaliha;
- Redukcija vremena obuke novog osoblja.

Visoki investicijski troškovi i značajna osjetljivost ovih rješenja, posebno u slučaju pada sustava predstavljaju glavne nedostatke. Po zastupljenosti primjene najveću primjenu imaju sljedeće tehnologije:

- upotreba radiofrekvencijskih (u nastavku teksta RF) uređaja,
- sustavi komisioniranja glasom (engl. *Pick by voice*),



- sustavi komisioniranja primjenom svjetlosnih obavijesti (engl. *Pick to light*). [9]

Tvrtke ciljaju da operacija komisioniranja kao dio gdje se mogu steći značajne razlike u ukupnim troškovima tvrtke. U ovom slučaju je to takozvano trgovanje između brzine, troškova i točnosti. Menadžeri traže brzo vrijeme odaziva, visoku točnost i visoku produktivnost ali po najnižoj mogućoj cijeni.

Operacija komisioniranja značajno se promijenila u zadnjih dvadeset godina. Prije su cijeli paket ili cijela paleta bili norma. Današnji koncepti internet trgovine, trenutnog odgovora (engl. *just in time*) i značajnih smanjenja u vremenima isporuke su rezultirali manjim količinama narudžbi i frekventijim dostavama. [2]

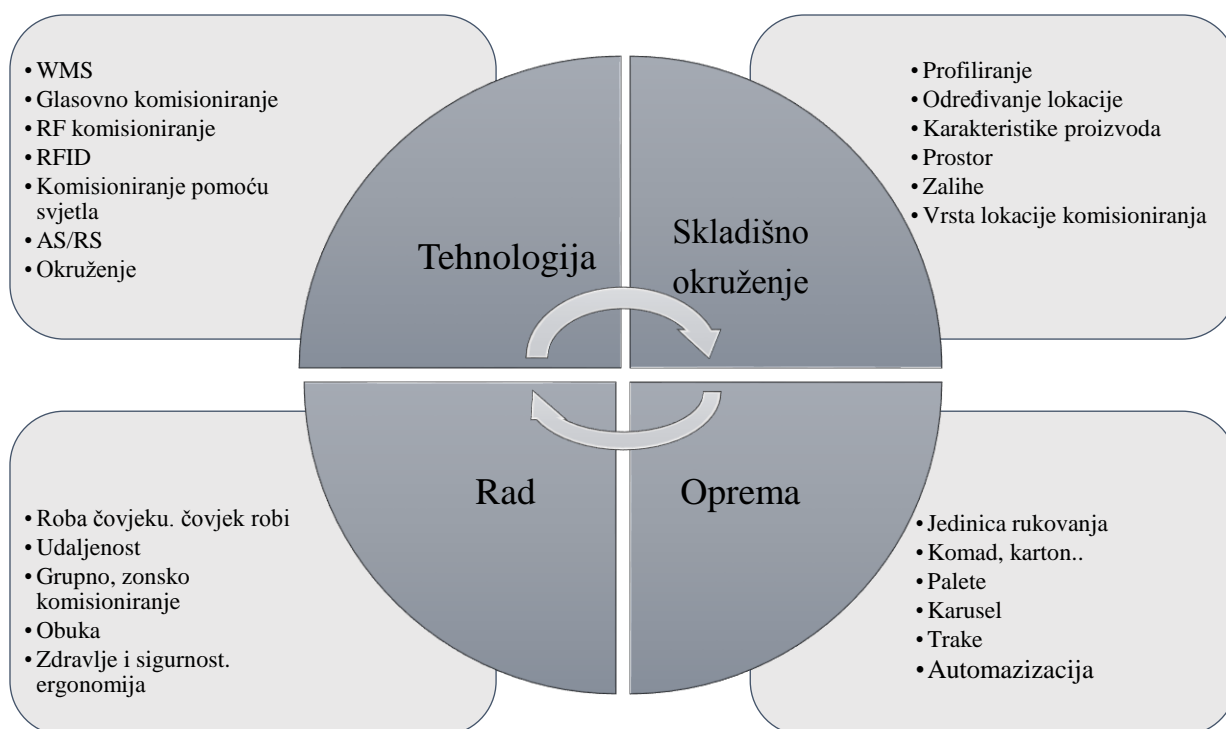
Aberdeen Group je provela istraživanje 2009. godine pri čemu je koristila ključne performanse prilikom mjerenja koja su prikazane u Tablici 3 kako bi se odredile značajke najboljeg operatera u odnosu na prosjek tvrtke. Prikaz rezultata najboljeg, najlošijeg ili prosječnog radnika tvrtki otkriva važne spoznaje o rasponu učinkovitosti svakog pojedinog radnika. Najbolje u razredu, odnosno one iznad prosjeka, potrebno je primjereno nagraditi kao primjer onima koji svoje radne sposobnosti ne koriste u potpunosti te na taj način stimulirati radne aktivnosti skladišnog radnika čime se dobije pozitivno radno okruženje.

**Tablica 3** Komisioniranje: najbolji u razredu

	<i>Najbolji u razredu</i>	<i>Prosjek industrije</i>	<i>Najlošiji u razredu</i>
<b>Postotak točno komisioniranih narudžbi</b>	99.8%	97.7%	88.4%
<b>Postotak narudžbi otpremljenih na vrijeme i dovršenih zahtijeva korisnika</b>	99.5%	95.6%	88.2%

Izvor: Richards [2]

Sukladno istraživanju prikazanom na Tablici 3, svi skladišta teže standardima najboljeg u razredu, i kako bi po postigli potrebno je donijeti mnogo međusobno povezanih čimbenika i odluka kako bi tvrtka dosegla željeni status. Stavke potrebne za postizanje toga najbolje su pokazane Grafikonom 4, te je jasno vidljiv odnos između rada, tehnologije, opreme i skladišnog okruženja. [2]



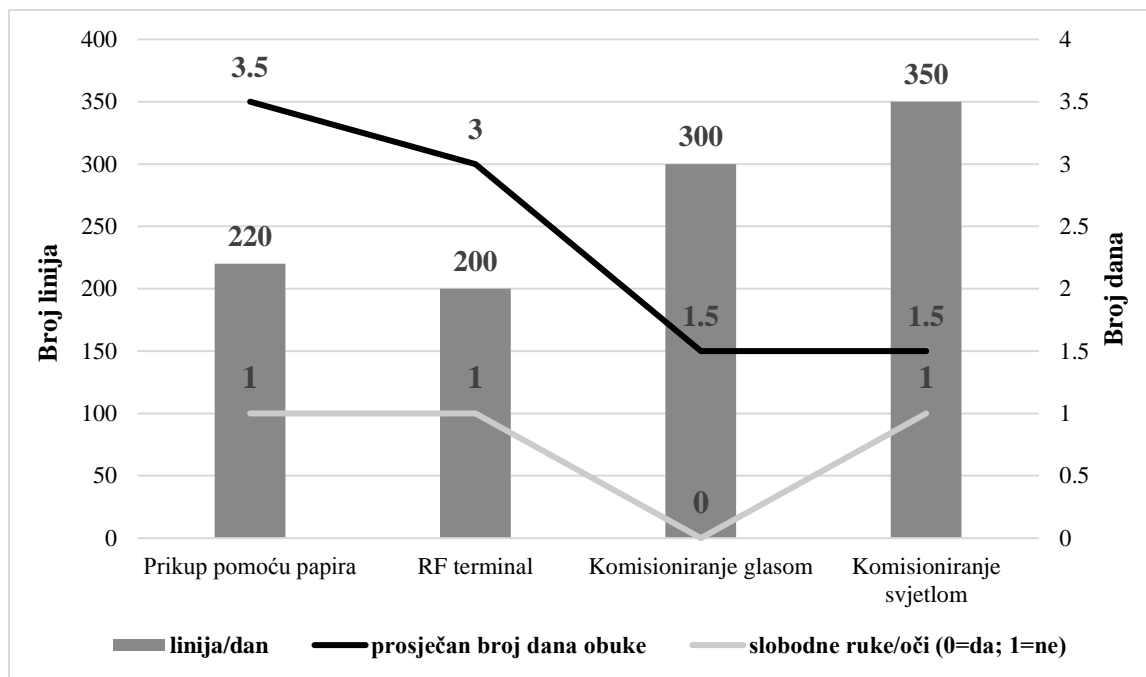
**Grafikon 4.** Međusobne poveznice prilikom komisioniranja

Izvor: Richards [2]

U sljedećim poglavljima obradit će se primjena RF tehnologije i tehnologija komisioniranja glasom zbog kasnije usporedbe upravo ove dvije tehnologije na praktičnom primjeru. Komisioniranje pomoću svjetlosnih obavijesti nema toliku zastupljenost te u tom pravcu neće se pisati u nastavku rada.

Grafikonom 5 su prikazani rezultati produktivnosti prilikom usporedbe sa ostalim tehnologijama kod komisioniranja. Rezultati su prikazani kroz više stavki, broj linija komisioniranja po danu, prosječan broj dana uloženi na obuku djelatnika te u kojoj količini je neka od tehnologija ergonomski prihvatljiva. Pod ergonomski prihvatljivom opremom smatra se ima li djelatnik slobodne ruke, a pogled usredotočen na izvršavanje zadataka. Iz grafikona je vidljivo da samo komisioniranje glasom omogućava navedene stavke..

Prilikom usporedbe tehnologije komisioniranja glasom i svjetlom, one se čine jednakima, ali najveća prednost tehnologije komisioniranja glasom je što se može koristiti za sve skladišne procese za razliku od komisioniranja pomoću svjetlosnih obavijesti koje se isključivo koristi samo za komisioniranje robe.



**Grafikon 5** Usporedba komisioniranja pomoću različitih tehnologija

Izvor: Vocollect, 2012 [21]

### 3.4. Radio-frekvencijski bar kod čitači

Kada se spominje komisioniranje robe pomoću RF terminala postoje neke činjenice koje se trebaju uzeti u obzir. Prostorni faktori koji utječu na uporabu RF terminala su niska razina svjetlosti, temperaturni uvjeti poput niske temperature i dr. Isto tako, rukovanje RF terminalom ograničava brzinu radnika i odvlači fokus sa zadanog zadatka. Svi ti faktori imaju utjecaj na produktivnost i točnost u izvršenju zadataka. Korisnik RF terminala mora biti svjestan problema koji se javljaju sa korištenjem terminala kao što je prikazano na Grafikonu 4.

Kao u svakom slučaju, tako i sa RF terminalima, troškovi su prioritet i upravo zbog toga rezervni terminali nisu najisplativija opcija. Nije neuobičajeno da ručni terminal dođe u dodir s vodom, bude zaliven ili prekriven prljavštinom što uzrokuje različite probleme u ponašanju uređaja. Posljedice se ne moraju očitati odmah, već je moguće da se pojave nakon nekog vremena. RF terminali su češće izloženi udarcima i padovima te se javljaju dosta česti zahtjevi za servisiranjem. [21]

Kod RF terminala i njihove upotrebe u skladištima postoji više vrsta, razlikuju se ovisno o potrebama. Isto tako svaki od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Sukladno tome razlikuje se nekoliko vrsta RF terminala:

- ručni terminali (engl. *Hand held*),

- nosivi terminali (engl. *Hands free* ili *Weareable*),
- terminali za montiranje na transportno-manipulativna vozila (engl. *Truck mount*).

Prilikom spominjanja ručnih terminala razlikuju se terminali koji su poput dlanovnika i terminali poznati još kao pištolj (engl. *Gun*). Terminal takvog oblika prikazan je na Slici 4. Ovi terminali su dizajnirani za slobodnu uporabu, za djelatnika koji prilikom hoda obavlja zadane radnje. Najbolju uporabu imaju u slučajevima gdje nije potrebno puno manualnih radnji. Najčešće se nalaze u postolju koje olakšava uporabu te su prikladni za većinu skladišnih procesa poput odlaganja, komisioniranja, otpreme i slično. Proizvođači RF terminala imaju u vidu okolinu u kojoj se nalaze terminali u uporabi stoga se proizvode otporni na udarce, prljavštinu i tekućine, te sposobni za rad na ekstremnim uvjetima (visoke temperature ili hladnjače). S obzirom da se terminali koriste najčešće cijelu smjenu potrebno je voditi brigu o veličini i težini terminala. To ponajviše ovisi o veličini baterije koju koristi.

Nosivi terminali su u uporabi u sličnoj okolini kao i ručni terminali. Manji su od ručnih terminala, kompaktniji i osigurani su na način da su postavljeni iznad zgloba ruke. Skener je najčešće postavljen na prstu te iste ruke (engl. *ring scanner*) i povezan je sa kablom ili je bežični i prikazan je na Slici 4. Najčešće se koriste u slučajevima gdje su potrebne obje ruke za izvođenje potrebnih radnji, primjerice gdje se komisionira veliki broj manjih jedinica.

RF terminali koji se montiraju na transportno manipulativna sredstva, posebne su izrade i oblika. Postavljaju se na nosivu konstrukciju i zbog toga moraju biti otporni na vibracije i udarce koji se događaju prilikom podizanja tereta i kretanja. Terminal s kojim su povezani i nalazi se unutar kabine transportno manipulativnog sredstva ima veći ekran nego ručni terminal zbog praktičnije uporabe i prikazan je na Slici 4. Najčešće imaju fiksnu lokaciju na koju su ugrađeni. [22]



**Slika 4** Prikaz: a) ručnog terminala, b) nosivog terminala sa prstnim skenerom i c) terminala za montiranje na transportno manipulativno sredstvo

Izvor: BarcodesInc [23]

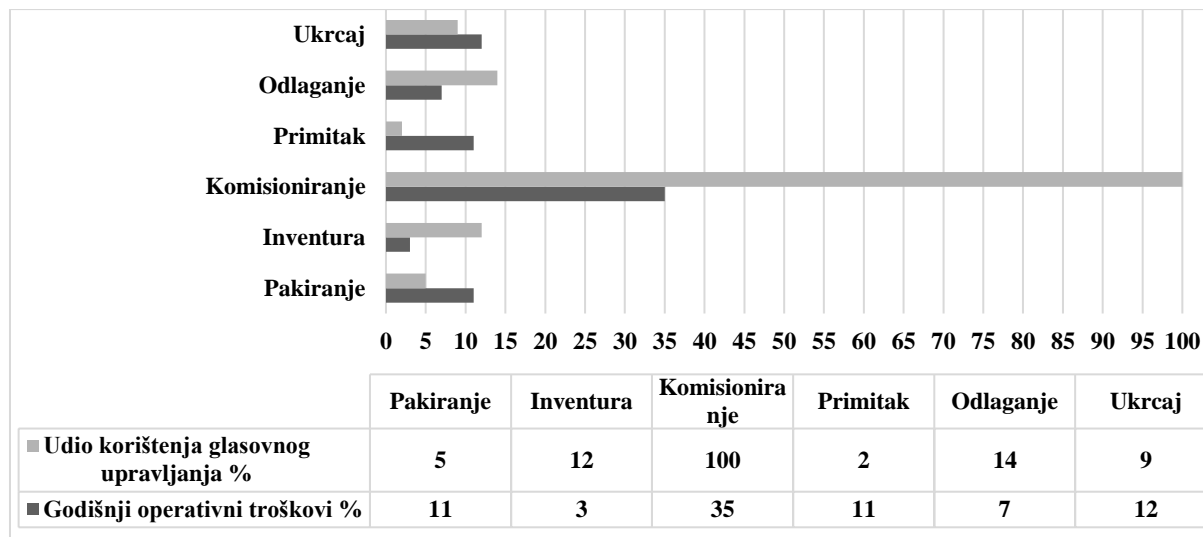
### 3.5. Tehnologija upravljanja glasom

Prilikom razmatranja mogućnosti implementacije upravljanja glasom veliki utjecaj ima korisnički prihvatljivo (engl. *user friendly*) sučelje što bi značilo da radnim može jednostavno prijeći sa rada na RF terminalu na glasovno upravljanje u jednom do dva dana i neće se utrošiti dodatno vrijeme na obuku. Djelatnik može naučiti osnovne naredbe i biti spreman za korištenje u 30 minuta. Svi uređaji su namijenjeni za nošenje na tijelu (engl. *body worn*) i mogućnost pada uređaja je minimalizirana i nema potrebe za dodatnim troškovima i velikim brojem rezervnih uređaja.

Gotovo svaka tvrtka može naći uspjeh sa glasovnim upravljanjem. Iako je najčešće problem što se svaka prednost gleda isključivo kroz povrat investicije, ROI<sup>2</sup> (engl. *Return on Investment*). Novčani dio je onaj zbog kojega se i donose takve odluke. [24]

Primjena je moguća gotovo u svakom skladišnom sustavu te najveću upotrebu ima prilikom komisioniranja gdje se mogu i napraviti najveće uštede. Međutim, glasovno upravljanje ima svoju primjenu i u ostalim skladišnim procesima. Upravo na Tablici 4 je vidljivo da najveće godišnje troškove generira proces komisioniranja stoga na tom području je i najveća ušteda i najveća primjena upravljanja glasom.

**Tablica 4** Udio glasovnog upravljanja i godišnjih troškova u skladišnim procesima



Izvor: Cecere [24] i Richards [2]

Glasovno upravljanje može se integrirati u WMS ili neki drugi sustav tvrtke. Svaki od proizvođača stvorio je specifično sučelje za glasovno upravljanje. Implementacija i konfiguracija ne zahtijeva ništa više vremena nego kod RF terminala, a često je potrebno manje vremena za implementaciju.

<sup>2</sup> ROI je povrat od uloženog ukupnog kapitala, pokazatelj rentabilnosti odnosno profitabilnosti uloženog kapitala ili investicije.

Jednom kada je implementirana, tehnologija glasovnog upravljanja nudi mnoge prednosti pred tradicionalnim metodama:

- **Aktivnost, usmjerenost na rad:** glavna prednost glasovnog upravljanja je mogućnost aktivnog usmjerenja radne snage na zadatke. Komisioniranje robe pomoću papira ili bar kod metode omogućava djelatniku da sam sebe usmjerava i određuje tempo. Glasovno upravljanje podiže stupanj produktivnosti uspostavom ujednačenog tempa.
- **Preciznost, točnost i brže komisioniranje:** kako bi se osigurala točnost, sustav koristi skup brojeva za provjeru (engl. *check digits*). Poslije spajanja na svoj individualni glasovni terminal pomoću izgovorene lozinke, sustav upućuje operatera na prvu lokaciju. Koristeći glasovno upravljanje operater potvrđuje da je na točnoj lokaciji čitajući jedinstveni brojčani skup brojeva za provjeru koji je stavljen na svaku lokaciju komisioniranja (engl. *pick slot*). Nakon što sustav prihvati izgovoreni skup brojeva za određenu lokaciju sustav upućuje na količinu komisioniranja. Ukoliko izgovori krivi skup brojeva tada sustav upućuje operatera da se nalazi na pogrešnoj lokaciji i da je potrebno otići na pravu lokaciju i ponavlja naredbu. Informacija o količini za komisioniranje nije dostupna operateru sve dok ne potvrdi lokaciju. Na ovaj način operater ostaje fokusiran na posao i kontinuirano je upravljan od strane sustava nizom komandi na taj način omogućuje veću točnost i produktivnost.
- **Povratna informacija o proizvodu u realnom vremenu:** tehnologija glasovnog sustava dopušta operateru da zatraži detaljnu informaciju o svakom proizvodu ili lokaciji, uključujući opis proizvoda i bar-kod u događaju za koji je potrebna verifikacija proizvoda. Manjak proizvoda na stanju je isto jednostavno odrađen sa glasovnim upravljanjem. U događaju u koje operater dođe na lokaciju na kojoj nedostaje određena količina proizvoda ili je prazna lokacija, operater obavještava sustav koji zatim daje naredbu da se ta lokacija popuni. [18]

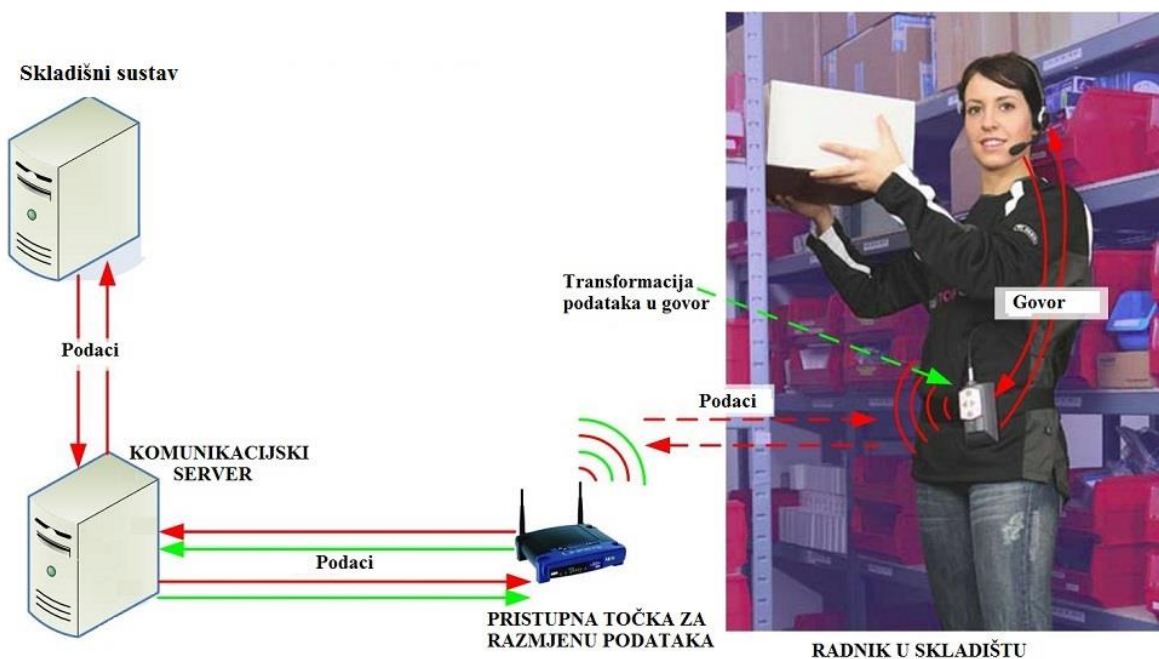
Glasovno upravljanje u skladištima se odnosi na upotrebu upravljanja glasom i programskog alata za prepoznavanje glasa u skladištima i distributivnim centrima. U uporabi je od kasnih 90-ih godina prošlog stoljeća i smatra se da u narednim godinama će porasti upotreba glasovnog upravljanja zahvaljujući napretku tehnologije i smanjenju troškova programskih alata i mobilnih računala koja ih pokreću.

Jedna od najvećih prednosti sustava temeljenog na glasovnom upravljanju je omogućavanje operateru da radi dvije stvari odjednom dok ostali sustavi za upravljanje skladištima, poput papira i RF terminala, zahtijevaju da se samo operater odluči na korištenje samo jedne ruke i to zahtijeva najčešće da se operater zaustavi i pročita prije nego nastavi dalje. Ovaj dio uvelike utječe na dio koji mjeri koliko operater vremena provede u hodu skladištem. [26]

### 3.5.1. Način rada

U skladištu opremljenom glasovnim upravljanjem, radnik nosi slušalice i mikrofonske spojene na mobilno računalo koje govori operateru gdje da ide i što da radi koristeći verbalne upite te je to prikazano na Slici 5. Radnik potvrđuje zadanu naredbu izricanjem predefiniране komande i čitajući kod potvrde koji se nalazi na svakoj lokaciji proizvoda u cjelom skladištu.

Programski alat koji prepoznaje govor i koji se pokreće na mobilnom računalu razumije odgovore operatera. Svaki operater posjeduje mobilno računalo sa mogućnošću prepoznavanja glasa (engl. *voice-enabled*). Ovi uređaji ne trebaju imati zaslon ili tipkovnicu jer operater komunicira sa sustavom pomoću slušalica i mikrofona. Rukovodeći ljudi koriste WMS ili programski alat za upravljanje dobiven kao dio aplikacije za glasovno upravljanje skladištima koje dodjeljuje radne zadatke operaterima. Poslove poput komisioniranja, odlaganja, nadopune i ukrcavanja kamiona. Kako se odvija proces dodjele zadataka je većinom rad po narudžbi i specifičan je za svaku novu implementaciju.



**Slika 5** Primjer rada glasovnog upravljanja u skladištu

Izvor: Espro iPLUS group [25]

### 3.5.2. „Tekst u govor“ ili unaprijed snimljeni govor

„Tekst u govor“ (engl. *Text to Speech*) tehnologija omogućava uređaju da prema potrebi izgovara, izlaze podatke prema podacima sustava, korisniku sa računalno generiranim glasom. Unaprijed snimljeni govor (engl. *Pre Recorded Speech*) uključuje čovjeka koji snima naredbe koje će

se govoriti korisniku i zatim se puštaju putem mobilnog računala u vrijeme kada je ta naredba potrebna. Ova vrsta naredbi ima prednost što zvuči više kao čovjek i tu završavaju prednosti.

„Tekst u govor“ nudi ozbiljne prednosti za glasovnu primjenu koja se ne može ispuniti sa unaprijed snimljenim govorom. Kao prvo, dobar softver teksta u govor dopušta korisniku da ubrza ili uspori brzinu glasa te na taj način dopušta da se korisnik prvo navikne na procese prije nego što bude sposoban ubrati svoju izvedbu. Sa unaprijed snimljenim govorom razdvojene naredbe se održavaju sa nekoliko kraćih riječi što zadaje značajne probleme razvojnom timu i prostoru za pohranu na uređaju.

„Tekst u govor“ omogućava korisniku izbor između različitih glasova i visine tonova kako bi se korisnik bolje razumio i čuo. To je izrazito dobra stvar za korisnike koji imaju problema sa sluhom. U konačnici ovakav način izricanja naredbi korisniku omogućava zaprimanje naredbi u jednakom tonu, konzistentnom brzinom. [27]

### 3.5.3. Tehnologija ovisna ili neovisna o operateru

Glasovna rješenja koja se danas koriste za poslovne procese nisu rađena za običnog korisnika. Pod običnim korisnikom smatra se netko tko periodički koristi sustav za glasovno prepoznavanje, ali ne na dnevnoj bazi. Običan korisnik su svi ljudi koji za provjeru stanja računa nazovu službu za korisnike i koriste opciju glasovnog prepoznavanja, najpopularniji primjer je korištenje Google aplikacija<sup>3</sup> koje omogućuju prepoznavanje govora kao ulaznu informaciju.

Operater u skladištu koristi sustav cijelo radno vrijeme. S obzirom na konstantnu upotrebu jedan od najvažnijih faktora uspješnosti bilo kojeg glasovnog projekta je točnost glasovnog prepoznavanja. Ukoliko se korisnik mora ponavljati po nekoliko puta kroz zadatak zato što uređaj ne razumije, ili razumije netočno, brzo će se izgubiti sve prednosti i produktivnost te će samo ostati isfrustrirani korisnik.

Tehnologija neovisna o operateru (engl. *Speaker Independent*) cilja na prepoznavanje svačijeg govora bez prethodnog treninga. Veoma korisno za sustave poput automatskih pozivnih centara i za aplikacije poput onih koje koristi Google. Ne funkcionira u bučnoj okolini poput skladišnih i distribucijskih centara niti nudi točnost prilikom korištenja različitih naglasaka i jezika.

Tehnologija ovisna o operateru (engl. *Speaker dependent*) usmjerena je na cjelodnevno korisnika. Zahtijeva prethodnu glasovnu podlogu za trening koja traje 15-ak minuta. Trening se održava samo jednom i nisu potrebna daljnja ulaganja u treniranje glasa osim inicijalnog. Investicija se kupcu isplati zbog poboljšanja sustava koje se temelji na tehnologiji prepoznavanja glasa. Različiti

---

<sup>3</sup> Google prepoznavanje glasa na Android uređajima funkcionira na 50-ak svjetskih jezika, a jedan od njih je i hrvatski. Na hrvatskom jeziku je omogućeno korištenje u svim servisima poput Google pretraživanja, Hangouts, tekstualnih poruka, Google Maps i slično.



jezici i naglasci nisu više problem zbog toga što svaki korisnik je u mogućnosti unijeti uzorak svoga glasa. Sustavi koji se koriste u glasovnom upravljanju u skladištima su ovisni o korisniku. [27]

#### 3.5.4. Beskonačan ili ograničen vokabular

„Ograničen“ vokabular (engl. *Finite Vocabulary*) glasovnih sustava ima predodređen set naredbi koje korisnik ima pravo koristiti i sustav samo sluša te naredbe. „Beskonačan“ vokabular (engl. *Infinite Vocabulary*) pokušava slušati svaku riječ koju korisnik govori.

Jedan od glavnih razloga zašto tvrtke razmatraju uvođenje glasovnog upravljanja je kako bi poboljšali produktivnost svog opskrbnog lanca. Glasovna tehnologija cilja na redukciju vremena izvođenja bilo koje zadatka operatera. Kako bi se to postiglo, glasovni sustav treba imati korisničko sučelje koje je jedinstavno i što efikasnije. To bi značilo da je potrebno ograničiti set naredbi koje korisnik izgovara kako bi se što lakše zapamtile. Uobičajeno, to uključuje brojke od 0 – 9, vjerojatno slova od A – Z i malu listu naredbi poput „ponovi“, „odjava“ itd. Cjelokupan set naredbi, uključujući slova i brojke ne bi treba biti veći od 100, dok korisnik po danu uobičajeno koristi ne više od 20 naredbi u smjeni.

Sa tako zadanim ciljem, „ograničen vokabular“ je siguran izbor za glasovno upravljanje u skladištima ili u industrijskoj okolini, te se prednosti očituju kroz tri točke:

- Veliki postotak točnosti glasovnog prepoznavanja zbog malog seta naredbi;
- Vrijeme treninga je smanjeno zato što korisnik ne treba naučiti veliki broj naredbi;
- Povećava produktivnost zato što korisnik komunicira sa sustavom kroz nekoliko jednostavnih naredbi.

Bitna stavka kod „ograničenog“ vokabulara je ta da broj naredbi koliko god mali bio, može se smanjiti ukoliko se određene naredbe u određenoj okolini ne koriste što povećava produktivnost i dodatno smanjuje vrijeme treninga. Kod glasovnog upravljanja u skladištima ovo je vrlo bitna stavka, omogućavanje i ograničavanje broja naredbi. [27]

#### 3.5.5. Start i stop riječi

Start i stop riječi su indikator sustavu kada da počne slušati i kada da prestane slušati. Na primjer, kod korištenja glasovnog upravljanja u skladištima, razgovor između sustava i operatera na mjestu komisioniranja bi glasio: *Uređaj*: „Prikupi 6“ | *Operater*: „Prikupi 6 Potvrda“. Operater govoreći riječ „Prikupi“ označava sustavu da ga počne slušati, a riječi „Potvrda“ govori sustavu da prekine slušati. Ovakav način je bio uobičajen u počecima uvođenja glasovnog upravljanja, a još je rasprostranjen u sustavima kojima postotak prepoznavanja nije savršen. Loša strana korištenje start i

stop riječi je da operater mora izgovoriti barem tri riječi u svakom zadatku. Za uobičajenog operatera to znači i do nekoliko tisuća riječi više po smjeni nego što je potrebno. Za glasovno upravljanje u skladištima važno je da ne koristi start i stop riječi jer na taj način sustav je efektivniji. U primjeru koji će se prikazati u sljedećem poglavlju važno je napomenuti da se koristi sustav koji ne koristi start i stop riječi. [27]

### 3.5.6. Trening u radnoj okolini ili u uredskom prostoru

Dio treninga koji ide u glasovni sustav je inicijalni trening prema podlošku gdje operater trenira svoj glas i to je ujedno i prvo korištenje sustava. Kako bi trening bio što efektivniji, sustav treba omogućiti operateru da trening odradi u prostorima gdje će ubuduće raditi (engl. *In Area*) te da po mogućnosti trening odradi u realnim uvjetim sa mobilnim uređajem. Operater teži tome da govori drugim tonalitetom i drugim ritmom kada se nalazi u radnoj okolini i dok se kreće nego što bi govorio sjedeći u uredu.

Za sustav prepoznavanja glasa, kako bi bio što točniji, bitno je da tijekom treninga govori na način na koji bi govorila za vrijeme stvarnog obavljanja zadataka. Isto tako trening u radnoj okolini omogućava glasovnom sustavu da bolje reagira na prisutnost buke u okolini. Po mogućnosti, trening je poželjno odraditi sa istim setom slušalica koji će se koristiti na dnevnoj bazi. Sustav koji se obrađuje na primjeru prikazanom u sljedećem poglavlju omogućava automatski trening određenih riječi koje su bile problematične tokom dotadašnjeg dijela treninga, a da se ne prekida trenutni zadatak. [27]

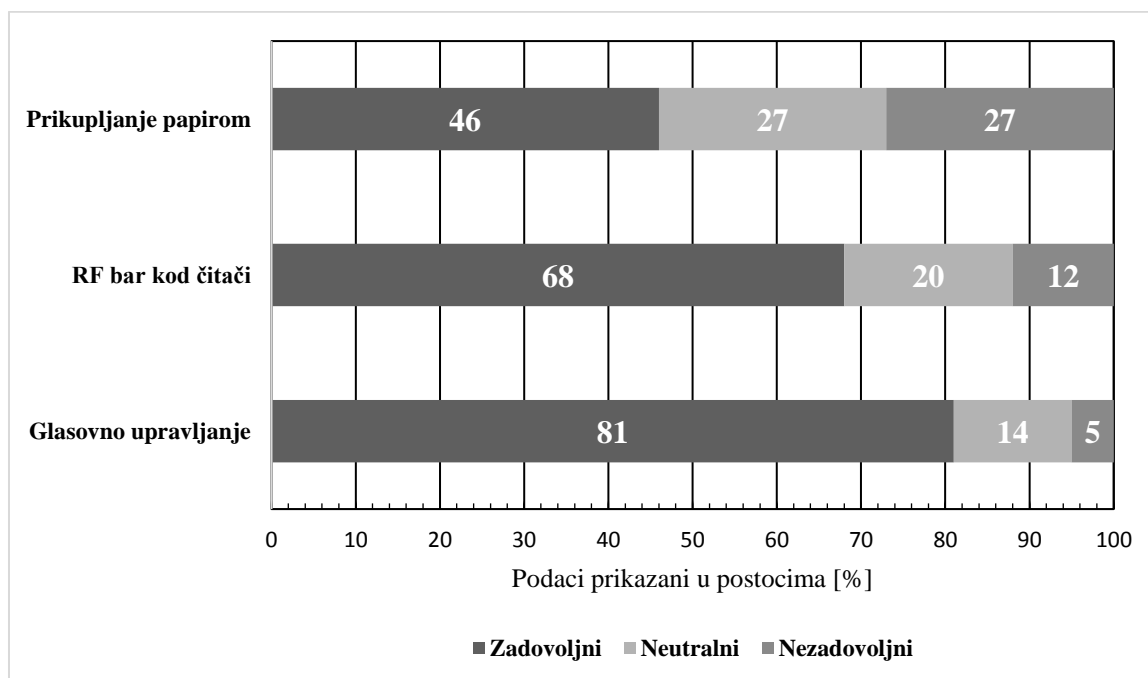
### 3.5.7. Potpuno integrirani uređaji i alternativna rješenja

Vrlo bitno je naglasiti kako svaki korisnik prilikom kupnje bilo kojeg programskog alata želi imati sustav koji može funkcionirati na uređajima više dobavljača kako se ne bi zatekli „taocima“ samo jednog dobavljača. Postoji veliki broj proizvođača opreme, te većina sustava za glasovno upravljanje omogućuje potpunu integraciju sa svima. Prilikom odabira opreme kod glasovnog upravljanja bitno je obratiti pažnju na mogućnosti koje uređaj pruža poput zvučne kartice, procesora i načina spajanja kako bi se postiglo pravo korisničko iskustvo. [27]

### 3.5.8. Istraživanje tržišta

Zadovoljstvo korisnika sa glasovnim upravljanjem u skladištima je na velikoj razini. Od onih korisnika koji koriste glasovno upravljanje 81% je zadovoljno rezultatima. Samo 2% je iskazalo nezadovoljstvo. Glavni razlozi za zadovoljstvo su poboljšanje u izvedbi i kvaliteti (izravne radnje sa potvrđama operatera) i poboljšanje u efikasnosti rada svakog djelatnika uz poboljšanje razine usluge krajnjeg korisnika. Na grafikonu nisu prikazani podaci za ona poduzeća koja se nisu izjasnila.

Detaljniji prikaz ukupnog zadovoljstva prikazan je Grafikonom 6. Istraživanje je provedeno u razdoblju od prosinca 2012. godine do veljače 2013. godine na uzorku proizvođača, trgovaca na malo, veletrgovaca i 3PL<sup>4</sup> (engl. *Third Party Logistics*) organizacija upoznatih sa skladišnim operacijama i to na uzorku od n=58 (glasovno upravljanje), n= 48 (komisioniranje pomoću papira), n=69 (RF bar kod čitači). [28]



**Grafikon 6** Zadovoljstvo korisnika trenutačnim skladišnim rješenjem komisioniranja

Izvor: Supply Chain Insight LLC [28]

Na grafikonu je jasno vidljivo da od ukupnog broja korisnika, veći broj je zadovoljnih sa glasovnim upravljanjem nego sa nekom drugom tehnologijom komisioniranja.

<sup>4</sup> Vanjski davatelj logističkih usluga

## **4. ANALIZA SKLADIŠNIH PROCESA TVRTKE NA TRŽIŠTU REPUBLIKE HRVATSKE**

Istraživanje glasovnog upravljanja u skladištima na području Republike Hrvatske provelo se kod tvrtke koja je skladište opremila sa sustavom za glasovno upravljanje. Ta tvrtka je među vodećima na području RH u svojoj industriji. Zbog sve veće potrebe za unapređenjem i stvaranjem konkurentne prednosti, ulažu u svoj razvoj te rade na tome da učinkovitost svojih procesa dovedu na što višu razinu. U ovom slučaju konkurentsku prednost je postigla uvođenjem glasovnog upravljanja u svoje skladišta. Skladišni prostor karakteriziraju:

- Opremljenost paletnim regalima,
- Primjena cross dockinga,
- Ugrađene ulazno/izlazne rampe.

Osim navedenog koristi se skladišna oprema u koju se ubrajaju i tehnički uređaji poput viličara. Komisioniranje se vrši iz regala i cross docking dijela skladišta te osim opreme bitno je uvidjeti i važnost odvijanja skladišnih procesa. Put kretanja prilikom komisioniranja je serpentinski čime se smanjuje mogućnost zastoja prilikom komisioniranja jer postoje jasne upute na koji način se kretanje odvija.

Relevantni parametri za provedeno istraživanje su:

- Veličina jedinice komisioniranja: paket;
- Tip skladišta: visoko regalno;
- Površina skladišta: 7.000 m<sup>2</sup>;
- Put kretanja: serpentinski.

### **4.1. Skladišna oprema**

Izvedba skladišnog prostora uređena je pomoću skladišnih regala koji omogućavaju pohranu velikih količina robe na relativno malom prostoru zbog mogućnosti slaganja podizanja robe na katove regala. S obzirom na način obrade podataka, u obzir se uzelo visoko regalno skladišta prema kojem su se radile daljnje analize

Skladište se može upotrebljavati samo za paletizirane terete ili za komade kojima se može rukovati na isti način. Osnovna značajka regalnih skladišta je odvojenost konstrukcije koja nosi težinu tereta i one koja štiti skladište od vanjskih utjecaja. Iznad čitavog područja s paralelnim redovima regala izgrađena je lagana čelična konstrukcija hangarskog tipa koja štiti skladišni prostor. Ne nosi

teret pa je relativno jeftina, dok su regali jednostavne konstrukcije jer je opterećenje ravnomjerno raspoređeno na veliki broj komora velike rešetke.

Skladišna oprema za manipulativne radnje u obrađivanom skladištu svodi se na korištenje motorno-ručnih viličara i visokoregalnih čeonih viličara. Motorno-ručni viličari se koriste za komisioniranje čime je znatno smanjeno trošenje energije svakog pojedinog operatera. Osim za potrebe komisioniranja koristi se i za manipulaciju paletnim jedinicama, ukrcaj, iskrcaj, slaganje u otpremnoj zoni i sl. U rijetkim slučajevima za te radnje se koristi ručni viličar. Visokoregalni čeonu viličar svoju svrhu ima prilikom nadopune skladišnih regala.

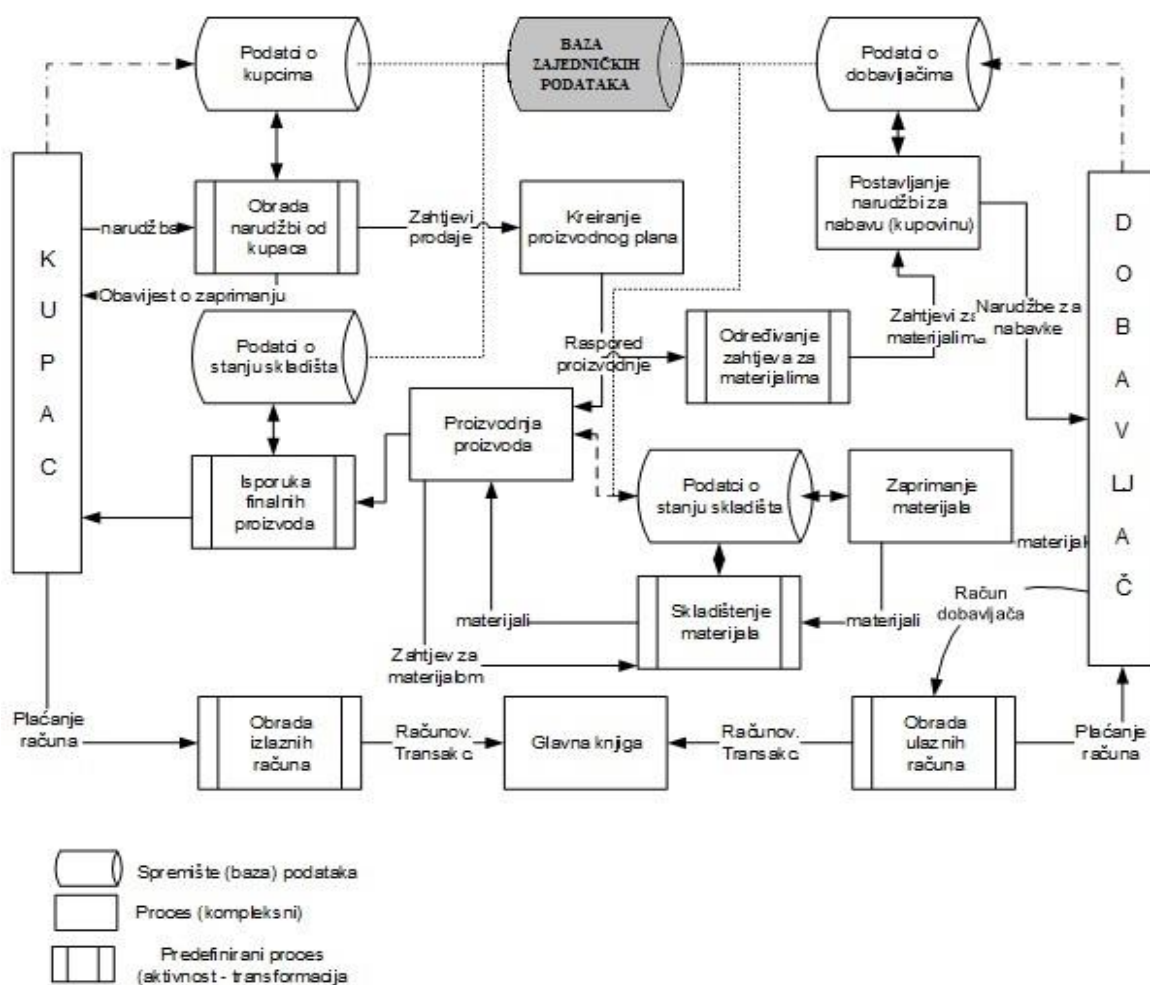
Motorno-ručni viličari imaju veliku prednost pred običnim ručnim viličarima jer se lakše i brže kreću što je od posebnog značaja, radnik se fizički ne napreže, budući da samo upravlja njihovim kretanjem. Zbog toga se s motornim ručnim viličarom može dvostruko više prekrcati robe, nego s običnim ručnim viličarom.

Viličari s električnim pogonom namijenjeni su za prijevoz i slaganje tereta u zatvorenom prostoru, s maksimalnom duljinom prijevoza do 50 m. Prema konstrukcijskim obilježjima ne razlikuju se bitno od ostalih izvedbi motornih viličara. Razlike se prije svega ogledaju u vrsti pogona, načinu eksploatacije (ne podnose vožnju po neravnom terenu) i održavanju. [29]

#### 4.2. Rukovanje robom i poslovanje tvrtke

Proces rukovanja robom je automatizirani proces te ne zahtijeva veću količinu ljudskog napora za određivanje skladišnih lokacija. Osim toga podaci o dobavi robe, naručivanju, skladištu i ostalome su pohranjeni u ERP sustavu koji je kao takav velika pomoć radnicima u svakodnevnom obavljanju posla.

ERP sustav omogućuje rad te skupljanje podataka od proizvodnje, kupca, dobavljača pa sve do krajnjeg korisnika. Osim toga pomaže u organizaciji tvrtke na način da se na jednoj centraliziranoj lokaciji se nalaze svi podaci dostupni osobama sa dodijeljenim pravima. Na ovaj način rukovodeće osobe vrlo jednostavno imaju pravu sliku o trenutnom stanju tvrtke te načina na koji se posluje. Grafikonom 7 prikazan je cjelokupan proces ERP sustava pomoću kojeg sve funkcionira. Jednostavne informacije poput neplaćenih faktura, nedostataka sirovina, određene robe mogu se vrlo jednostavno provjeriti te zahvaljujući skupu informaciju mogu se poduzeti daljnje radnje kako bi se što prije postigli željeni rezultati.



**Grafikon 7** ERP – Temeljni procesi i podaci, materijalni i informacijski tokovi

Izvor: Preveo i prilagodio [30] prema Stephen Harwood:ERP: The implementation Cycle, Butterworth-Heinemann, 2003., str. 59

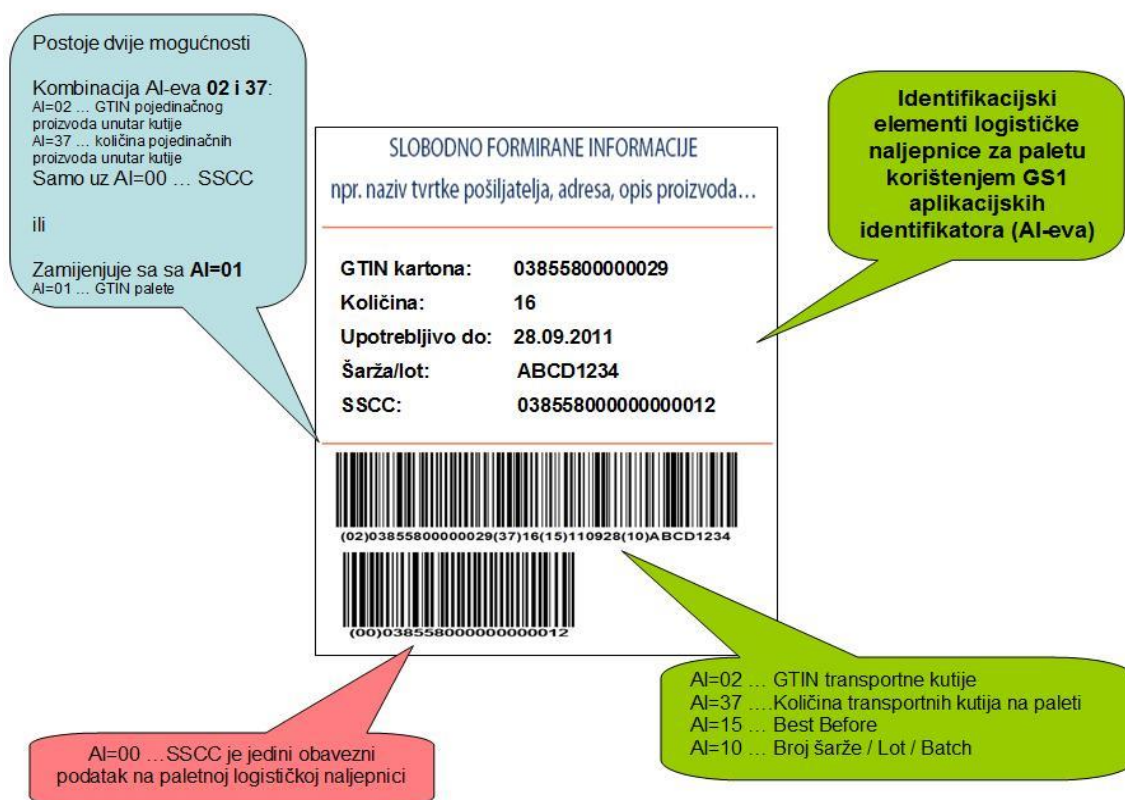
Kroz ERP sustav, kao što je vidljivo na grafikonu, upravlja se skladištem gdje je taj dio sustava WMS koji je prijeko potreban za uredno funkcioniranje skladišnog prostora. Prilikom primitka robe WMS unaprijed zadaje lokaciju proizvoda te daje instrukciju operateru gdje da smjesti robu. To ne mora nužno biti paletno mjesto ukoliko je roba predviđena za cross docking. Kako bi sustav funkcionirao na pravila način potrebno mu je dati određene informacije koje će pomoći prilikom određivanja lokacije te kasnije određivanja koja će roba se uzimati za komisioniranje i isporuku. Tu treba uzeti više faktora u obzir poput datuma, grupe proizvoda, statusa prodaje proizvoda, ABC analize, LOT broja i slično. [2]

#### 4.3. Oznake pakiranja

Za označavanje se koristi logistička naljepnica. Pošto se ona aplicira na kraju proizvodne linije prilikom pakiranja, može se jednostavno upariti s dinamičkim podacima kao što su: šarža / batch / lot, datum proizvodnje / datum pakiranja / prodati do / upotrebljivo do. Olakšava provođenje sljedivosti,

povećava povjerenje potrošača, olakšava pristup zahtjevnim tržištima, zadovoljava postojeću zakonsku regulativu, ali i priprema za buduću (EU). Olakšava inventuru i praćenje zaliha, a indirektno i lakše planiranje te lakšu, bržu, točniju i efikasniju otpremu. [31]

Sve navedeno trebala bi sadržavati oznaka palete. Podaci navedeni na oznaci su podaci o porijeklu robe, seriji proizvodnje i slično te svi ti podaci mogu poslužiti prilikom zaprimanja robe i daljnje distribucije isto kao i prilikom nekih nepravilnosti i nesipravnosti.. Primjer jedne takve naljepnice prikazan je na Slici 6.



**Slika 6** Prikaz paletne oznake

Izvor: GS1 Croatia [31]

Na slici su vidljive kratice te u nastavku je dano objašnjenje. SSCC (engl. *Serial Shipping Container Code*) je standardni identifikacijski broj koji se koristi za jedinstvenu identifikaciju logističkih (transportnih i/ili skladišnih) jedinica.

GTIN (engl. *Global Trade Item Number*) - trgovački artikli označeni su GTIN brojevima. GTIN predstavlja jedinstvenu globalnu negovoreću identifikacijsku šifru trgovačkog artikla. On ne sadržava nikakve podatke o artiklu. GTIN služi kao ključ za dohvat podataka prethodno zapisanih u bazu. Ti podaci sadržavaju sve attribute vezane za taj artikl (naziv - puni, kratki, pos-naziv, cijenu, tarifnu grupu za PDV, i slično). [31]

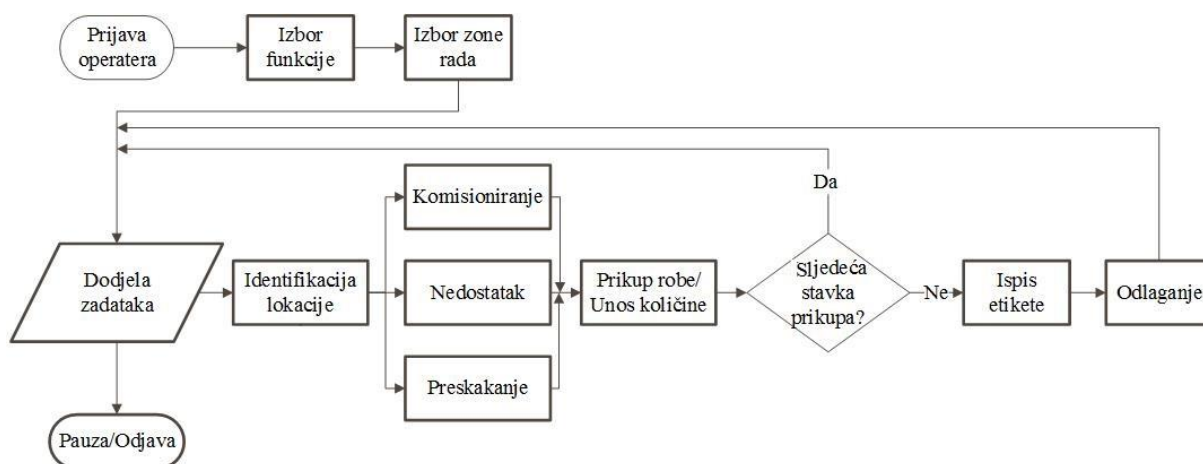
Ovisno o proizvodu, može postojati više zahtijeva koje treba pohraniti za određeni proizvod osim standardnih poput šifre artikla, opisa i količine u dolasku. Ostale informacije uključuju LOT broj ili broj serije te serijske brojeve ukoliko postoje. Bar kod skeniranje je idealno za ovu vrstu posla. [2]

S obzirom na primjer koji se obrađuje, glasovni sustav prikuplja informacije iz WMS-a i na taj način ima sve informacije o proizvodu te ih može pružiti operateru kada ih on zatraži. Prilikom komisioniranja sustav traži od operatera da unese potvrdu LOT broja ukoliko je na određenoj paletnoj poziciji pohranjeno nekoliko različitih LOT brojeva. Ukoliko je samo jedan LOT broj na lokaciji sustav neće tražiti potvrdu LOT broja od operatera.

#### 4.4. Proces komisioniranja robe

Operater prilikom prijave na uređaj ima nekoliko mogućosti, no one su ograničene izravnim naredbama nadređenih. Pod mogućnostima se smatra izbor zone komisioniranja i izbor funkcije. Voditelj smjene prije početka smjene ili na tjednoj bazi odredi tko obavlja koje zadatke te izbor zone rada se mijenja samo u iznimnim slučajevima jer svi operateri imaju svoje radno mjesto te nije uobičajeno mijenjati stalno pozicije. Grafikonom 8 prikazan je cjelokupan proces komisioniranja robe. Bitno je da su sve stavke jasno prikazane i da su procesi jednostavno postavljeni kako bi se što više poboljšala praktičnost i efikasnost svakog procesa. Implementacija glasovnog upravljanja zahtijeva upravo jasno postavljene procese.

Proces počinje prijavom operatera koji potvrđuje zadanu funkciju i zonu rada. Nakon uspješne prijave uređaj dodjeljuje operateru zadatak te ga počinje navoditi kroz skladište kako bi se nalog ispunio. Terminal preuzima od sustava naloge te ih prevodi u glasovne naredbe i na isti način operater daje odgovor i potvrđuje glasom radnje koje poduzima koje uređaj prevodi i šalje nazad u sustav. U nastavku teksta ispod grafikona detaljno je objašnjena svaka stavka dijagrama toka procesa komisioniranja.



**Grafikon 8** Dijagram toka procesa komisioniranja

Izvor: Izradio autor



**PRIJAVA OPERATERA** – Svakom operateru dodijeljen je ID operatera kako bi mogao koristiti sustav. Unosom lozinke potvrđuje identite unešenog ID-a operatera.

**IZBOR FUNKCIJE** – Sustav traži odabir funkcije koja se obavlja. Neki od primjera koji se mogu navesti su: normalni odabir, odabir u kretanju ili izvođenje prošlog radnog zadatka.

**IZBOR ZONE RADA** – Operater definira zonu u kojoj obavlja svoj rad. Ona je najčešće predefinirana od strane voditelja skladišta. Zone rada podrazumijevaju različita područja skladišta poput suhog shladišta ili skladištenja u kontroliranim uvjetima.

**DODJELA ZADATKA** - Sustav automatski dodjeljuje zadatak operateru te nakon dodjele počinje obrađivati svaku stavku na nalogu.

**IDENTIFIKACIJA LOKACIJE** – Sustav navodi operatera na točnu lokaciju proizvoda. Navodi ga na način da ga informira o zoni, regalu i lokaciji.

**KOMISIONIRANJE/NEDOSTATAK/PRESKAKANJE** - Nakon dodijeljene stavke za komisioniranje, operateru se nude tri mogućnosti. Ukoliko je roba u potpunosti na skladišnoj poziciji on ju prikuplja te nastavlja dalje sa radom. Može se dogoditi da robe nema dovoljno ili da je roba trenutno nedostupna te će preskočiti trenutnu stavku i nastaviti dalje sa radom te sustav po završetku cijelog naloga vraća operatera na preskočene stavke.

**ISPIS ETIKETE** - Nakon ispunjenja svih stavaka operater traži ispis etikete koja se stavlja na prikupljenu robu kako bi se moglo prepoznati prema kojem nalogu je koja određena roba te se nakon toga odlaže u prostor namjenjen za odlaganje.

**ODJAVA** – Operater bilo kada tijekom komisije može se odjaviti. Najčešće je odjava na kraju smjene. Pauza se uzima za vrijeme propisane pauze te u određeno vrijeme.

## **5. IMPLEMENTACIJA      SUSTAVA      GLASOVNOG UPRAVLJANJA**

Tvrtka koja je predmet istraživanja ovog diplomskog rada, ima različite poslovne procese što uključuje proizvodnju, skladišne procese, dostavu što stvara različite probleme prilikom upravljanja sa resursima. Prilikom obrade skladišnog poslovanja ispostavilo se da konvencionalne metode koje su koristili nisu se pokazale lošima, već se pokazala potreba za unapređenjem te su se zbog toga odlučili na uvođenje glasovnog upravljanja.

Proces uvođenja kompleksnog sustava u trenutne radne procese zahtijeva duži vremenski period kako bi se implementacija obavila uspješno. Implementacija sustava glasovnog upravljanja radi se kroz nekoliko koraka:

1. Istraživanje postojećeg stanja.
2. Prijedlozi optimizacije postojećih procesa.
3. Integracija glasovnog upravljanja sa postojećim WMS sustavom.
4. Usklađivanje glasovnog upravljanja sa procesima tvrtke.
5. Puštanje u rad.

U sljedećem poglavlju prikazan je način komunikacije između operatera i uređaja za glasovno upravljanje. Objasniti će se razgovorni proces na jednom primjeru. Skladišni regali i oprema koja se koristi u skladištu prikazani su u nastavku rada te je objašnjen način označavanja regala sa sigurnosnim brojevima kako ne bi došlo do korištenja krive paletne lokacije. Isto tako, prije same odluke o implementaciji provode se okvirne usporedbe glasovnog upravljanja i načina rada sa postojećim stanjem što je ujedno i temelj za odlučivanje o implementaciji sustava. Povrat investicije kao bitna stavka ima veliku ulogu u donošenju konačne odluke te je detaljno objašnjen u nastavku.

### **5.1.      Komunikacija sa uređajem**

Svaki operater prije korištenja uređaja prolazi trening na kojem trenira svoj glas i uči se na razgovor sa uređajem te pravilnom korištenju i izgovaranju naredbi. Na taj način prolaze se unaprijed definirani scenariji koji se mogu dogoditi za vrijeme stvarnog korištenja uređaja. Preporuča se da se trening glasa odradi u stvarnim uvjetima, u skladišnom okruženju gdje je buka, umjesto u uredskim prostorima.

Proces korištenja uređaja opisan je u nastavku u Tablici 6. Primjer pomoću kojega se prikazuje proces je pojednostavljen na način da nema negativnih odgovora, odnosno da su sve stavke razgovora ispravne te se operater slaže s njima.

**Tablica 6** Opis razgovornog procesa između operatera i uređaja

VOICE UREĐAJ	OPERATER
Dobrodošli u sustav, trenutni operater je X. Reci <Spreman>	
	Spreman
Zaporka?	
	<Zaporka>
Izgovorena zaporka - točno?	
	Da
Funkcija?	
	<Broj funkcije>
Opis funkcije - točno?	
	Da
Dodjeljen je nalog Q	
	Spreman
Prolaz 1	
	Spreman
<Broj pozicije>	
	<broj pozicije>
Uzmi <N>	
	<N>
<Broj pozicije>	
	<broj pozicije>
Uzmi <M>	
	<M>
.	
.	
Prolaz 14	
	Spreman
<Broj pozicije>	
	<broj pozicije>
Uzmi <K>	
	<K>
.	
.	
Zadatak završen. Ima li ostataka?	
	Ne
Za ispis oznake reci <Spreman>	
	Spreman
Za slijedeći zadatak reci <Spreman>	
	Spreman
ili...	
	<b>Odjava</b>
Pojašnjenje:	
<N, M, K..> - broj paketa za prikup	

Izvor: Izradio autor

Na prethodnoj tablici prikazan je način početka rada operatera te proces uključivanja sa svojim korisničkim imenom. Prikazani tijek izgleda kao na tablici u slučaju da su svi odgovori potvrdni kao što je prikazano. Postoji mogućnost ponovnog unosa podataka ukoliko je došlo do nepodudaranja podataka sa uređajem.

Nakon uspješne prijave na uređaj sa korisničkim imenom, operatera se traži da specificira funkciju koju obavlja u skladištu, odnosno svoj radni zadatak. Tako je moguće da je unaprijed ograničeno djelovanje operatera na samo jedan proces, primjerice komisioniranje.

Nakon uspješne inicijalizacije radnog zadatka dodjeljuje mu se nalog te se počinje sa komisioniranjem. Uređaj prvo navodi operatera do točnog skladišnog prolaza te nakon potvrde operatera da je u tom prolazu govori poziciju robe. Potvrdom pozicije robe dobiva se uputa koju količinu je potrebno komisionirati, nakon komisioniranja robe operater izgovara količinu robe koju je pokupio.

Prilikom komisioniranja može doći do problema ili nerazumijevanja te operater može zatražiti detaljniji opis robe poput, barkoda, LOT broja ukoliko postoji i sl. Ukoliko uređaj zatraži barkod robe kao potvrdu da se operater nalazi pred točnom pozicijom on ju može kao potvrdu izgovoriti ili skenirati barkod čitačem.

Proces u kojem uređaj navodi operatera po skladištu traje dok se ne ispune sve stavke sa naloga. Nakon toga uređaj zaključuje da je nalog gotov te navodi operatera na ispis oznake naloga s kojom će označiti komisioniranu robu prema tom nalogu.

Operater može nastaviti dalje sa radom ili zatražiti pauzu, te na kraju svog radnog vremena jednostavno se odjaviti čime se prekida daljnja komunikacija sa uređajem i sustavom. Prilikom korištenja tehnologije glasovnog upravljanja svaki operater posjeduje svoj set za rad, slušalice i mikrofoni koje se jednostavno spoje sa glasovnim terminalom. Prilikom početka svake smjene slijedi prijava s uređajem i daljnji rad. Važno je napomenuti da se prilikom izgovaranja brojki ne izgovara broj u cjelini već se svaki znak mora izgovoriti posebno što je i prikazano na Tablici 5.

**Tablica 5** Ispravan i neispravan način komunikacije sa uređajem

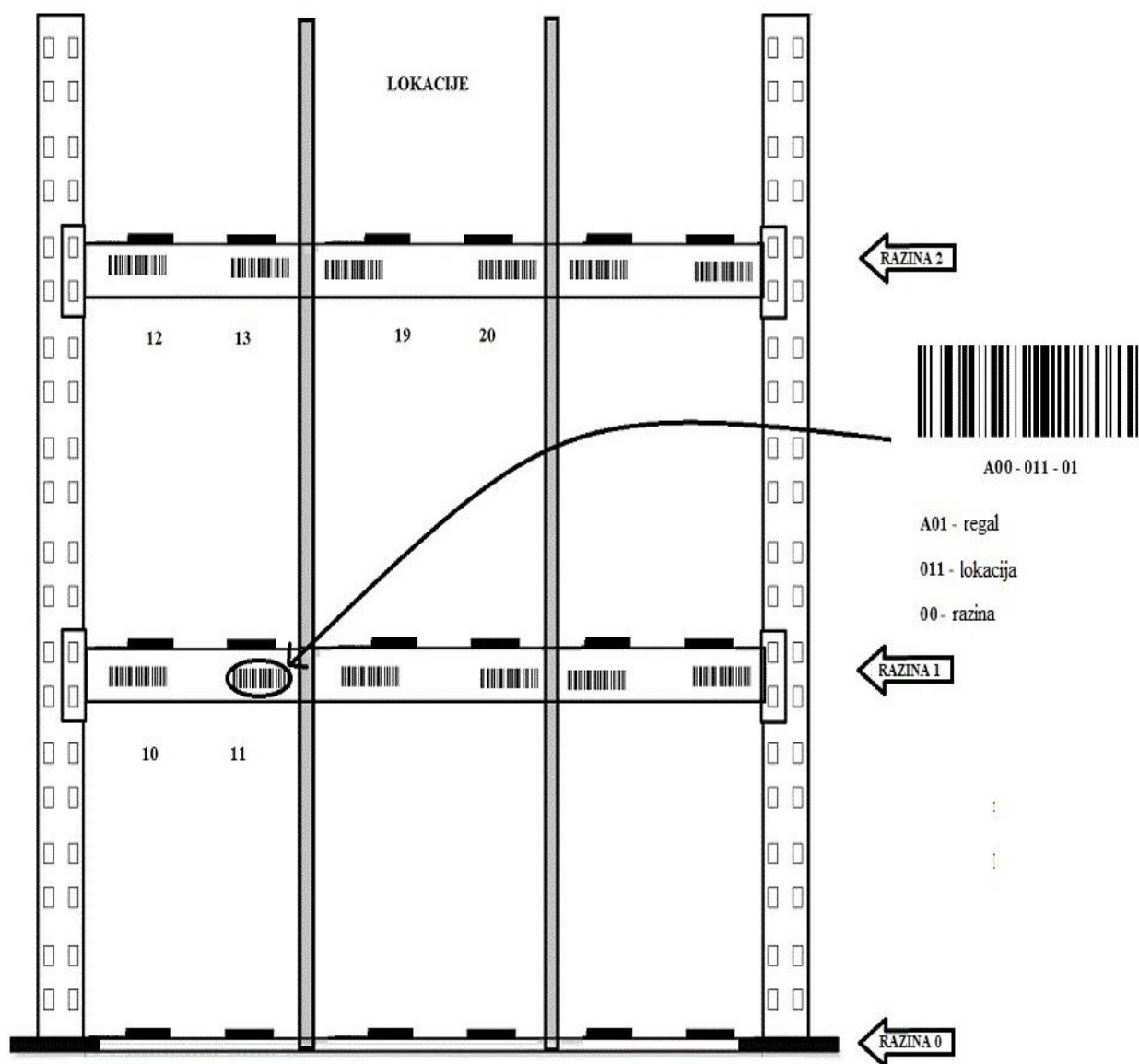
VOICE UREĐAJ	OPERATER
Uzmi <16>	
	Šesnaest
VOICE UREĐAJ	OPERATER
Uzmi <16>	
	Jedan šest

Izvor: Izradio autor

## 5.2. Skladišni regali

Kao što je već navedeno, roba je pohranjena u paletnim regalima te su paletna mjesta jednoznačno označena kako bi se smanjile sve dodatne nedoumice te spriječilo komisioniranje krive robe. Svako paletno mjesto označeno je bar kodom. Bar kod ima svoju vrijednost te označava paletnu poziciju, točnije njen smještaj u redovima paletnih regala, razinu i točnu lokaciju.

Cjelokupni prikaz jednog odsječka paletnog regala prikazan je na Slici 7 te je jasno vidljivo kako su paletni regali označeni te kako je sa jasnim označavanjem smanjena mogućnost pogreške. Razina 0 je podno paletno mjesto te isto kao razina 1 služi za komadno komisioniranje. Više razine služe za pohranu zaliha robe i kao takve se jedino mogu koristiti za paletno komisioniranje.



**Slika 7** Prikaz skladišnog regala sa bar kod oznakom

Izvor: Izradio autor

Bar kod lokacija daje jasnu uputu operateru na koju lokaciju mora ići. Prilikom glasovnog upravljanja uređaj navodi operatera prvo na točan red paletnog regala, zatim mu daje naredbu na koje paletno mjesto mora otići.

Bez obzira na veliki postotak točnosti te vrlo jasne upute postoji mogućnost uvođenja dodatnih stavki pomoću kojih će se točnost komisioniranja robe dodatno povećati. Tako je u razmatranju opcija uvođenja kontrolnog broja s obzirom da se s vremenom radnje ponavljaju te operater automatski unaprijed radi potvrde lokacija što može dovesti do pogrešnog komisioniranja.

Na Slici 8 prikazan je kontrolni broj koji se stavlja na svaku paletnu lokaciju, pored bar kod oznake kako bi operater morao fizički doći do lokacije te se na taj način izbjegavaju automatizirani postupci.



**Slika 8** Prikaz kontrolnog broja na paletnom regalu

Izvor: Izradio autor

Kontrolni broj sastoji se od oznake lokacije, a to je bar kod broj te četiri broja za potvrdu. Na slici je oznaka lokacije broj 48, te se prema boji razlikuju brojevi potvrde i njihove vrijednosti pa su tako unaprijed definirane:

- Žuta → (+5);
- Zelena → (-5);
- Crvena → (+11);
- Plava → (-6).

Ovakav način rada povećava točnost te ne stvara dodatne napore operateru prilikom komisioniranja. Primjerice, uređaj pošalje operatera na lokaciju „53 crveno“, operater neće računati tokom svog rada i pamtiti vrijednost svake boje kako bi što prije izgovorio potvrdni broj već se mora pojaviti pred točnom lokacijom i potvrditi sa brojem koji odgovara toj lokaciji, a to je broj 64. Potvrde brojeva i dalje se vrše na način da operater izgovara znak po znak što bi u ovom slučaju bilo „šest – četiri“.

### 5.3. Simulacija procesa kao dokaz isplativosti implementacije

Prije svake implementacije potrebno je napraviti istraživanja o isplativosti projekta. Dugoročno planiranje zadataka koji su povezani sa dizajniranjem skladišnog sustava kao strateškog problema potrebno je riješiti te za to postoji nekoliko načina ovisno o svrsi pa se tako razlikuje:

- Dimenzioniranje skladišnog prostora i izbor skladišne tehnologije;
- Priprema skladišnog prostornog rasporeda;
- Razvoj važnih operacijskih strategija i dokaz funkcionalnosti sustava pomoću simulacije.

Tehnike prikupa informacija mogu biti različite, ali najvažnija stavka je prikupiti podatke na temelju kojih će se analizirati sustav te donijeti bitne odluke. Na temelju odluka stvaraju se predviđanja o daljnjim postupcima.

Vjerojatno najjednostavniji način prikaza rada određenog sustava je simulacijom u realnim, radnim uvjetima. Na taj način se prikazuje funkcionalnost proizvoda te koncept rada na primjeru određene tvrtke. [7]

Simulacija glasovnog upravljanja izvršava se na procesu komisioniranja jer proces komisioniranja stvara najveće gubitke vremena te se smatra najkompleksnijim procesom u skladištu. Prilikom testiranja sustava glasovnog upravljanja potrebno je napraviti povezivanje sa WMS-om tvrtke te preuzeti potrebne podatke poput naloga komisioniranja, skladišnih pozicija i sustav prilagoditi radu kako bi funkcionirao na najbolji mogući način.

Kako bi se napravila što vjernija usporedba rada trenutačnog sustava, sustava rada sa RF ručnim bar kod terminalom i sustava glasovnog upravljanja, stvaraju se virtualni nalozi za komisioniranje. Svaki nalog se odrađuje na dva načina, sa ručnim terminalom i sa glasovnim upravljanjem. Bitno je napomenuti da se simulacija komisioniranja odvija u realnim radnim uvjetima.

Prije početka rada, operater mora napraviti treniranje glasa, isto kao što bi radio svaki operater prije početka rada ukoliko bi se sustav implementirao. Trening traje otprilike dvadeset minuta te operater uči osnovne naredbe i na taj način daje uzorak svoga glasa kako bi mogao odraditi dio simulacije sa glasovnim upravljanjem.

Rezultati dobiveni jednom takvom simulacijom prikazani su u Tablici 7 i Tablici 8 te služe isključivo kao predložak prema kojemu se mogu dobiti određeni zaključci i prema ovim rezultatima se može napraviti ROI. Iako isključivo informativnoga karaktera rezultati nisu vjeran odraz poboljšanja koja bi se dobila implementacijom.

Prilikom simulacije procesa komisioniranja uzimaju se u obzir vremena komisioniranja sa dvije različite tehnologije. Iako rezultati daju dobar pregled stanja, opet se trebaju uzeti sa zadržkom iz razloga što su podaci dobiveni na temelju simulacije kod koje brzina rada operatera, zagušenje prometa u skladištu te motivacija operatera nisu na jednakoj razini. Motivacija operatera predstavlja najveći problem jer operater ne uviđa smisao u tome što mora komisionirati jedan nalog na dva načina, a roba se na kraju vraća na svoju skladišnu poziciju. Kako bi se dobili okvirni rezultati provodi se nekoliko komisioniranja identičnih naloga. Više od pet naloga je vrlo teško provesti.

**Tablica 7** Proces komisioniranja sa RF ručnim bar kod terminalom

Pozicija	Redni broj linije naloga	Dolazak na lokaciju	Odlazak s lokacije	Vrijeme prikupljanja robe sa pozicije	Vrijeme puta	Prikupljena količina	Tražena količina
630	1	00:04,0	00:11,1	7,05		4	4
658	2	00:16,3	00:21,0	4,76	5,21	1	1
649	3	00:26,1	00:45,2	19,10	5,13	12	12
648	4	00:47,3	00:51,1	3,86	2,01	1	1
647	5	00:52,1	00:56,1	3,97	0,98		1
647	6	00:57,2	01:07,2	10,02	1,10	11	10
644	7	01:14,1	01:33,1	18,98	22,88	5	5
669	8	01:40,2	01:48,1	7,94	6,19	1	1
692	9	01:51,1	02:07,1	16,01	2,97	4	4
684	10	02:13,2	02:22,2	9,05	6,05	6	6
699	11	02:32,0	02:55,2	23,21	9,82	7	7
700	12	02:57,2	03:11,0	13,85	1,94	3	3
701	13	03:14,1	03:19,1	5,08	3,05	3	3
713	14	03:33,0	03:45,0	12,00	13,85	8	8
714	15	03:50,1	03:56,1	6,10	5,50	2	2
730	16	03:58,1	04:10,0	11,94	1,93		1
730	17	04:16,1	04:44,2	28,10	6,08	9	8
723	18	04:46,2	04:50,1	3,97	1,95		15
722	19	05:02,2	05:07,3	5,02	12,12	2	2
738	20	05:07,3	05:21,2	13,91	0,03	1	1
739	21	05:21,2	05:32,1	7,98	18,17		3
739	22	05:32,1	05:41,2	5,99	3,08	6	3
744	23	05:41,2	05:49,1	6,88	1,09	1	1
748	24	05:49,1	06:08,2	18,14	0,98	1	1
764	25	06:08,2	06:29,1	18,94	1,89	3	3
763	26						0
761	27	06:31,0	06:41,0	9,87	2,10	2	2
759	28	06:45,0	06:52,2	6,18	4,99	4	4



754	29	06:0592	07:04,2	5,16	6,79	1	1
777	30	07:08,0	07:20,0	11,71	4,14	1	1
				314,77	152,02	sekunda	
				5,246	2,534	minuta	
Ukupno:				<b>7,78</b>		minuta	

Izvor: Izradio autor prema podacima [33]

Podaci iz Tablice 7 prikazuju vrijeme komisioniranja robe sa pozicije te vrijeme puta između skladišnih pozicija. Na nekim nalogima postoji mogućnost pojavljivanja identičnih stavaka te sustav prilikom analize naloga te artikle spaja pod jednu stavku kako operater ne bi morao dva puta posjećivati istu lokaciju. Takve situacije su označene u tablici. Ukupno vrijeme je prikazano u minutama te kao takvo služi za usporedbu sa podacima prikazanim u Tablici 8 koja prikazuje vremena komisioniranja sa glasovnim upravljanjem.

**Tablica 8** Proces komisioniranja sa glasovnim upravljanjem

Pozicija	Redni broj linije naloga	Dolazak na lokaciju	Odlazak s lokacije	Vrijeme prikupljanja robe sa pozicije	Vrijeme puta	Prikupljena količina	Tražena količina
630	1	00:04,0	00:12,3	8,26		4	4
658	2	00:17,2	00:21,3	4,06	4,94	1	1
649	3	00:26,2	00:40,2	14,04	4,91	12	12
648	4	00:41,3	00:46,1	3,77	1,07	1	1
647	5						1
647	6	00:48,0	00:59,2	11,2	1,95	11	10
644	7	01:02,3	01:20,3	18	2,35	5	5
669	8	01:31,2	01:34,2	2,98	10,96	1	1
692	9	01:40,2	01:51,3	11,15	5,94	4	4
684	10	01:57,2	02:04,2	7,02	5,88	6	6
699	11	02:14,2	02:23,0	8,8	10	7	7
700	12	02:23,2	02:32,0	8,8	0,2	3	3
701	13	02:33,2	02:50,0	16,8	1,22	3	3
713	14	03:03,0	03:13,1	10,1	13	8	8
714	15	03:14,1	03:21,3	7,2	0,96	2	2
730	16						1
730	17	03:24,3	03:30,2	5,89	3,01	9	8
723	18	03:35,3	03:59,1	23,84	5,1		15
722	19	04:01,2	04:07,1	5,9	2,1	2	2
738	20	04:19,2	04:24,0	4,83	12,1	1	1
739	21						3

739	22	04:24,2	04:28,0	3,82	0,2	6	3
744	23	04:32,1	04:33,2	1,07	4,05	1	1
748	24	04:35,3	04:38,2	2,92	2,11	1	1
764	25	04:41,1	04:48,0	6,92	2,92	3	3
763	26						0
761	27	04:53,2	04:56,3	5,16	3,08	2	2
759	28	04:57,3	05:10,1	12,89	0,97	4	4
754	29	05:12,3	05:19,0	6,75	2,11	1	1
777	30	05:19,3	05:24,0	4,75	0,25	1	1
				216,92	101,38	sekunda	
				3,615	1,690	minuta	
Ukupno:				<b>5,31</b>		minuta	

Izvor: Izradio autor prema podacima [33]

Tablica 8 prikazuje rezultate procesa komisioniranja sa glasovnim upravljanjem te kako bi se napravilo vrednovanje rezultata potrebno je usporedno prikazati ih. Prikaz usporedbe oba načina komisioniranja prikazan je Tablicom 9 te jasno prikazuje rezultate koji se mogu dobiti implementacijom glasovnog upravljanja. Iako vremenski gledano postoji značajno poboljšanje već na jednom nalogu, treba uzeti u obzir da realna poboljšanja ovise o optimizaciji izvođenja dosadašnjih procesa, stvaranju novih radnih navika i ovise o načinu primjene glasovnog upravljanja, odnosno o kvaliteti izvođenja implementacije glasovnog upravljanja. Potrebno je prilagoditi skladišne regale kako bi se što jednostavnije obavljali procesi. Eventualno uvođenje dodatnih sigurnosnih oznaka koje su prikazane na Slici 8 definitivno daje dodatna poboljšanja. Osim mjerljivih informacija o poboljšanjima, veliku ulogu stvara mogućnost stvaranja pojednostavljenih uvjeta rada za operatere koji su pritom fizički manje opterećeni.

**Tablica 9** Usporedni prikaz poboljšanja između dva načina komisioniranja

Broj lokacija komisioniranja	30	RF RUČNI TERMINAL		GLASOVNO UPRAVLJANJE		Poboljšanje u ovisnosti o utrošenom vremenu [%]
		Vrijeme [s]	Utrošak zadatka [%]	Vrijeme [s]	Utrošak zadatka [%]	
Put		2,5337	32,5671	1,6897	31,8505%	<b>33%</b>
Komisioniranje		5,2462	67,4329	3,6153	68,1495%	<b>31%</b>
Ukupno		7,7798	100	5,305	100%	<b>32%</b>
Prosječno komisioniranje po lokaciji		0,1749		0,1205		<b>31%</b>
Prosječan put po lokaciji		0,0845		0,0563		<b>33%</b>
Prosječna ukupna vrijednost		0,2593		0,17368		<b>32%</b>

Izvor: Izradio autor prema podacima [33]

Zbog količine linija naloga u Tablici 10 prikazuju se samo konačne usporedne podatke, koji su u konačnici jedini potrebni za validaciju sustava. Kroz tablicu se provlači pet naloga te usporedba između dva načina komisioniranja. Ovi podaci daju zaključak kako poboljšanje te povećanje produktivnosti raste sa količinom broja linija naloga. Odnosno na naložima gdje se komisionira nekoliko stavki razlike su minimalne, ukoliko uopće i postoje.

**Tablica 10** Skupna usporedba pet naloga komisioniranja

	GLASOVNO UPRAVLJANJE	RF RUČNI TERMINAL	Razlika		Broj linija naloga
Operater	Ukupno (mm:ss,mil)	Ukupno (mm:ss,mil)	Ukupno (mm:ss,mil)	Poboljšanje [%]	
a1	07:54,100	09:43,180	01:49,080	23%	38
a2	03:10,180	03:15,010	00:04,830	3%	12
a3	02:40,140	02:54,140	00:14,000	9%	8
a4	05:36,200	07:01,200	01:25,000	25%	17
a5	01:36,170	01:36,300	00:00,130	0%	5
Ukupno	20:56,790	24:29,700	03:32,910	12%	80

Izvor: Izradio autor prema podacima [33]

#### 5.4. Prikaz glasovnog sustava nakon implementacije

Prethodno poglavlje prikazalo je podatke koji su služili samo kao podloga prije donošenja konačne odluke o implementaciji sustava glasovnog upravljanja. Nakon implementacije sustava podaci gube na važnosti te se nadalje komparacija dva načina rada vodi kroz statističke podatke o broju linija komisioniranja, količina naloga, produktivnosti, točnosti i drugim parametrima.

U svrhu točnosti, kroz ovo poglavlje prikazati će se statistika rada u skladištu sa ručnim terminalom, te koje su razlike nastale nakon implementacije glasovnog upravljanja. Podaci dobiveni za podatke u ovom poglavlju su dobiveni iz WMS-a tvrtke.

Istraživana tvrtka ima izražen sezonalitet te se broj operatera kreće između 20 pa sve do 50. Takve brojke daju vrlo optimistične prognoze prilikom implementacije glasovnog upravljanja upravo zbog skraćenog vremena treninga sezonskih radnika. Osim skraćivanja vremena treninga javljaju se i prednosti prilikom komisioniranja jer novi operater vrlo brzo može doći do prosječne brojke komisioniranja ostalih operatera. Troškovi treninga operatera nisu zanemarivi te je svima u cilju novog djelatnika što prije osposobiti za samostalno obavljanje posla.

Tijekom vršnih dana kada je sezonalitet izrazito izražen te je potražnja na visokim razinama, u skladištu se nalazilo 36 operatera, koji su bili većim dijelom određeni za komisioniranje dok su ostali bili određeni za obavljanje drugih radnji poput nadopune, prijema i slično. Osam djelatnika

dodijeljeno je na radno mjesto kontrole izlaza robe te svoj posao opravdavaju kroz dobre rezultate, odnosno izrazito visokim postotkom točnosti od 99.95%. Takvu točnost je relativno zahtjevno nadmašiti stoga je potrebno uzeti u obzir ranije spominjanu opciju smanjenja broja kontrolora izlaza na eventualnu štetu postotka točnosti.

Broj linija naloga u godini je 6 000 000 sa brojem pogrešaka koje dosežu brojku od 2 800. Sa RF ručnim bar kod terminalom operater je bio u mogućnosti pokupiti u prosjeku 130 linija naloga po satu. Navedeni podaci se koriste za ROI (engl. *Return on Investment*) izračun koji je objašnjen u nastavku teksta.

Uvođenje glasovnog upravljanja utječe na performanse rada u svakom procesu skladišta. Unatoč povećanju radnog obujma te značajnom rastu produktivnosti, smanjenje kontrolora izlaza nije moguće svesti na nulu. Iako smanjen broj kontrolora i dalje su potrebne dvije osobe koje će se pobrinuti da se i dalje zadrži visoki stupanj točnosti.

U prošlom poglavlju podaci su prikazivani na temelju simulacija dok ovo poglavlje prikazuje rezultate preuzete iz skladišnog sustava tvrtke te predstavljaju realan odraz vremena komisioniranja. U nastavku će biti prikazani rezultati prije i poslije implementacije te konačna usporedba dobivenih rezultat na temelju kojih će biti dan zaključak.

## KOMISIONIRANJE SA RF BAR KOD RUČNIM TERMINALOM

Prije implementacije glasovnog upravljanja koristila se konvencionalna metoda prilikom komisioniranja. Komisioniranje sa ručnim terminalom ima svoje prednosti ali isto tako ne pruža previše prostora za napredak u izvođenju skladišnih procesa. Na Tablici 11 prikazana su prosječna vremena puta i komisioniranja te su podaci poredani prema broju linija naloga u nalogu. Iako je uzorak podataka rađen na većem broju naloga zbog preglednosti se neće prikazati svi nalozi.

**Tablica 11** Vremena puta i komisioniranja (ručni terminal)

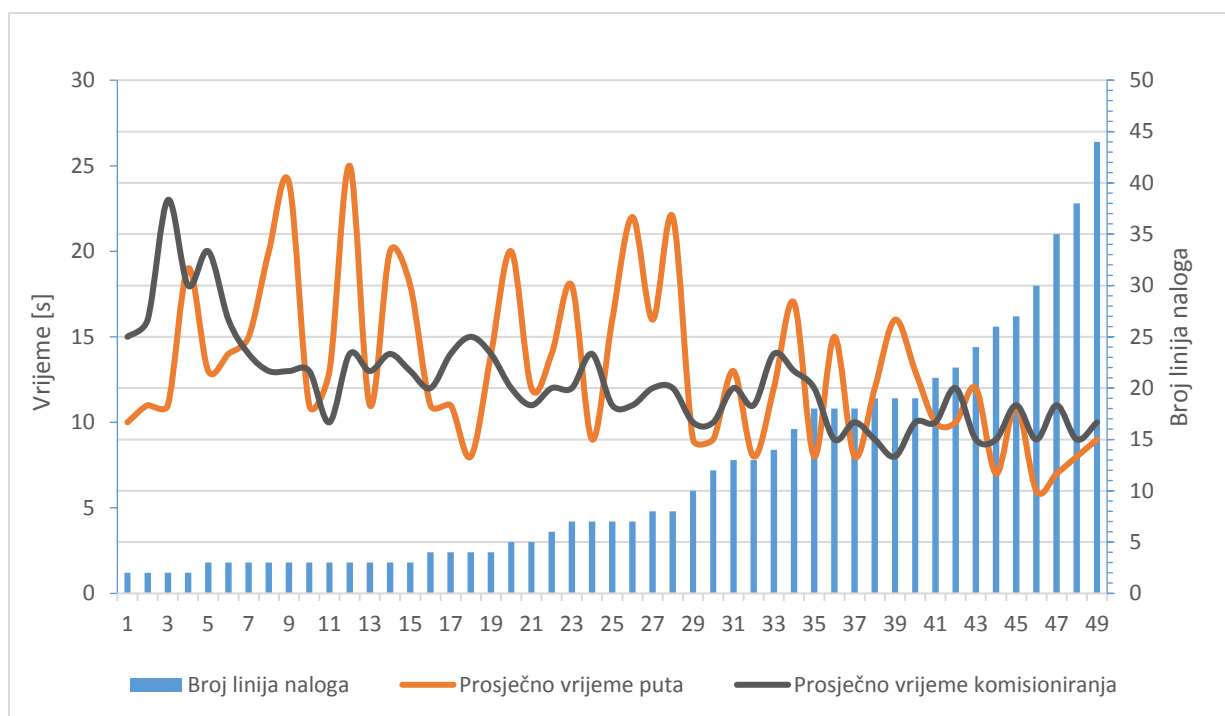
BROJ NALOGA	BROJ LINIJA NALOGA	PROSJEČNO VRIJEME PUTA [S]	PROSJEČNO VRIJEME KOMISIONIRANJA [S]
1	2	11	16
2	2	11	23
3	2	19	18
4	3	14	16
5	3	15	14
6	3	24	13
7	3	11	13
8	3	13	10
9	3	11	13

10	3	20	14
11	3	18	13
12	4	11	14
13	4	8	15
14	5	12	11
15	6	14	12
16	7	18	12
17	7	16	11
18	7	22	11
19	8	16	12
20	10	9	10
21	12	9	10
22	13	13	12
23	14	12	14
24	16	23	13
25	18	8	12
26	18	8	10
27	19	12	9
28	19	23	8
29	21	10	10
30	22	10	12
31	24	12	9
32	27	11	11
33	30	6	9
34	35	7	11
35	44	9	10

Izvor: Izradio autor

Grafički prikaz podataka iz tablice prikazuje mnogo jasnije činjenično stanje, a ono pokazuje kako se prosječna vremena komisioniranja i puta smanjuju kako raste broj linija naloga. Takvo stanje je uzrok velike količine puta koju mora prijeći operater prilikom komisioniranja manjeg broja artikala sa naloga.

Osim što jasnije prikazuje podatke, Grafikonom 9 uspjeva se objediniti nešto veći broj podataka te samim time još više potvrditi tezu. Podaci su isto poredani prema veličina naloga kako u tablici iznad. Među obrađenim podacima najveći je bio nalog od ukupno 44 linije, dok je srednja vrijednost broj linija u nalogu oko 15.



**Grafikon 9** Grafički prikaz odnosa vremena komisioniranja i puta o broju linija naloga (ručni terminal)

Izvor: Izradio autor

Iako pad vrijednosti sa povećanjem broja linija naloga nije značajan i dalje je vidljiva povezanost te značajno smanjenje kada se gleda početna i završna točka linija. Vremenske linije prikazuju blagi pad.

Sljedeći dio teksta odnosi se komisioniranje sa glasovnim upravljanjem te će se sadržajno na isti način prikazati vremena te odnosi vremena puta i komisioniranja sa ovom metodom komisioniranja.

## KOMISIONIRANJE SA GLASOVNIM UPRAVLJANJEM

Na isti način kako su obrađeni podaci za komisioniranje sa ručnim bar kod terminalom, tako su dobiveni i podaci za komisioniranje sa glasovnim upravljanjem. Prikazan je samo dio od ukupnog uzorka obrađivanih podataka. U Tablici 12 prikazani su podaci prema rednom broju naloga te su podaci poredani od manjeg broja linija po nalogu do većih

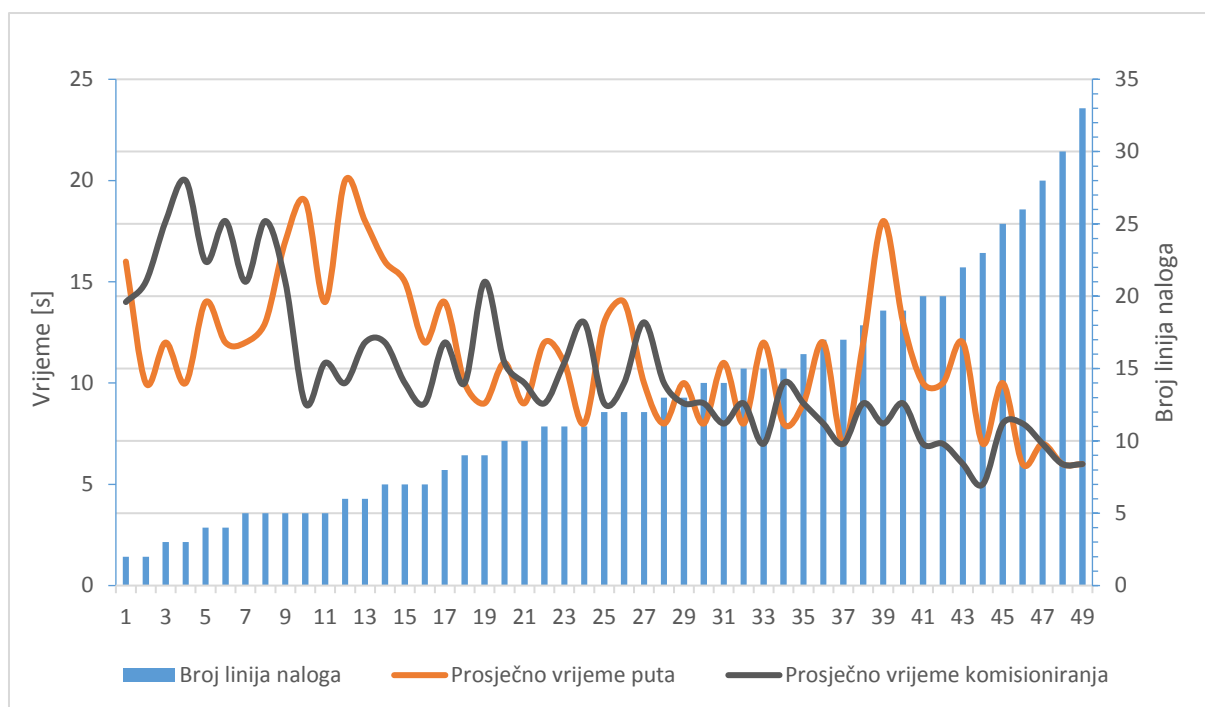
**Tablica 12** Vremena puta i komisioniranja (glasovno upravljanje)

BROJ NALOGA	BROJ LINIJA NALOGA	PROSJEČNO VRIJEME PUTA [S]	PROSJEČNO VRIJEME KOMISIONIRANJA [S]
1	2	16	14
2	3	12	18
3	3	10	20

<b>4</b>	4	14	16
<b>5</b>	5	12	15
<b>6</b>	5	13	18
<b>7</b>	5	17	15
<b>8</b>	5	14	11
<b>9</b>	6	20	10
<b>10</b>	7	16	12
<b>11</b>	7	12	9
<b>12</b>	9	10	10
<b>13</b>	9	9	15
<b>14</b>	10	9	10
<b>15</b>	11	12	9
<b>16</b>	11	11	11
<b>17</b>	11	8	13
<b>18</b>	12	14	10
<b>19</b>	12	10	13
<b>20</b>	13	8	10
<b>21</b>	13	10	9
<b>22</b>	14	11	8
<b>23</b>	15	8	9
<b>24</b>	15	12	7
<b>25</b>	16	9	9
<b>26</b>	17	12	8
<b>27</b>	17	7	7
<b>28</b>	19	18	8
<b>29</b>	19	13	9
<b>30</b>	20	10	7
<b>31</b>	22	12	6
<b>32</b>	23	7	5
<b>33</b>	28	7	7
<b>34</b>	30	6	6
<b>35</b>	33	6	6

Izvor: Izradio autor

Kao što se može primjetiti, komisioniranje sa ručnim terminalom zahtijevalo je nešto veći utrošak vremena na put zbog stalnog držanja terminala te učestalih pogleda na ekran kako bi se sa sigurnošću pročitali potrebni podaci. Grafikonom 10 prikazuje se preglednije vrijeme utrošeno na proces komisioniranja. Iako značajnu ulogu igra tehnološki naprednije rješenje, činjenica je da reorganizacija skladišnog prostora i točno specificiranje radnih zadataka i procesa je donijelo značajno unaprjeđenje u skladišnom poslovanju.



**Grafikon 10** Grafički prikaz ovisnosti vremena komisioniranja i puta o broju linija naloga (glasovno upravljanje)

Izvor: Izradio autor

S obzirom da je uzorak prije i poslije implementacije glasovnog upravljanja rađen na nalogima koji su se u skladištu komisionirali na sličan način, sa istom skladišnom manipulativnom opremom, te se robom koja je paketna rezultati bi trebali biti dovoljno relevantni za usporedbu.

## USPOREDBA DVA PROMATRANA NAČINA KOMISIONIRANJA

Kroz prethodni dio poglavlja uočilo se da sa rastom broja linija naloga smanjuje se vrijeme utrošeno na put i komisioniranje što je i logično jer operater ne treba prelaziti dugi put kako bi komisionirao nekoliko linija naloga koje su na različitim dijelovima skladišta. Isto tako, povećanjem broja linija naloga smanjuje se vrijeme utrošeno na samo komisioniranje jer veći broj linija naloga znači pojedinačno manji broj paketa po liniji, dok je situacija obrnuta kada je na nalogu samo par linija te se tada komisioniraju veće količine jendog artikla.

U Tablici 13 prikazuju se odnosi između ukupnih vremena u procesu komisioniranja (vrijeme puta + vrijeme komisioniranja) na oba promatrana načina, razlike između promatranih vremena te eventualno poboljšanje koje se postiglo sa implementacijom glasovnog upravljanja. Poboljšanje prikazano u tablici je u sekundama i postocima.

Tablicom 13 sumirani su rezultati komisioniranja prije i poslije implementacije glasovnog upravljanja. Zadnja dva stupca su vrijednosti koje se gledaju prilikom validacije novog sustava te



njenog djelovanja. Prema prikazanim podacima jasno je vidljivo da uvođenje glasovnog upravljanja je dovelo do prosječnog rasta produktivnosti i to od 14,10%.

**Tablica 13** Usporedna vremena komisioniranja sa prikazom poboljšanja

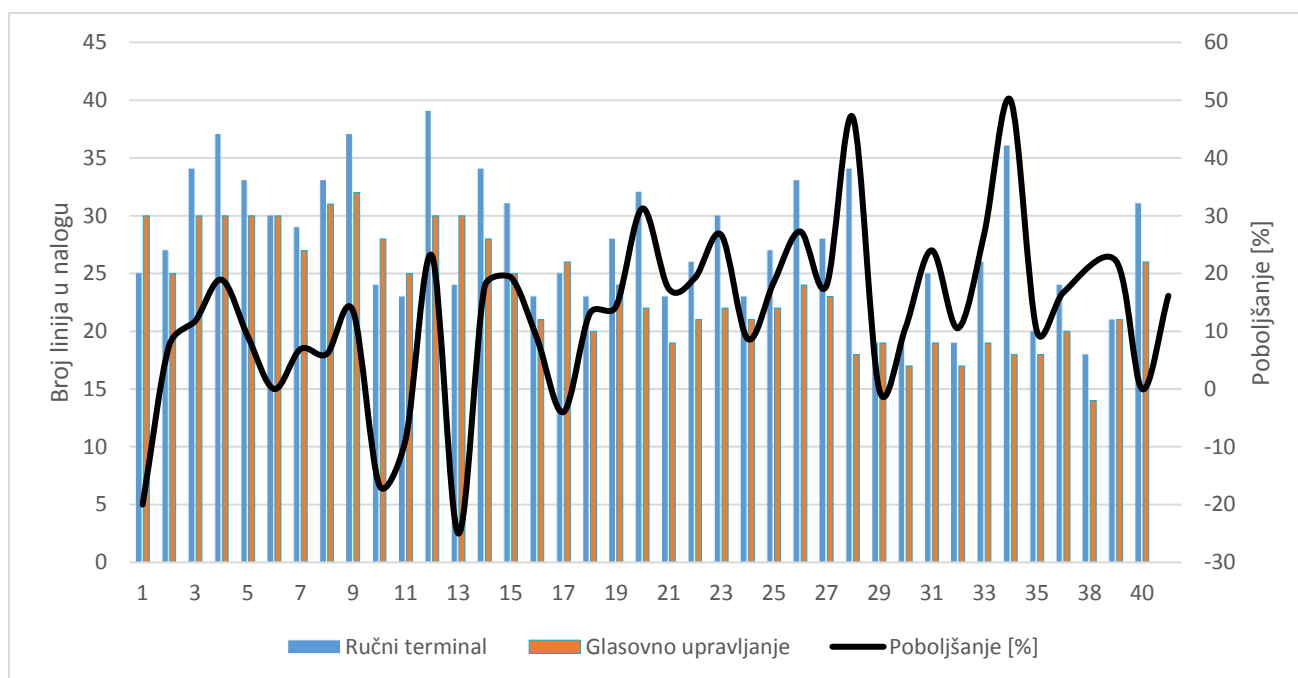
<b>BROJ NALOGA</b>	<b>VRIJEME KOMISIONIRANJA SA RUČNIM TERMINALOM [S]</b>	<b>VRIJEME KOMISIONIRANJA SA GLASOVNIM UPRAVLJANJEM [S]</b>	<b>POBOLJŠANJE [S]</b>	<b>POBOLJŠANJE [%]</b>
1	25	30	-5	-16,66
2	27	25	2	7,41
3	34	30	4	11,76
4	37	30	7	18,92
5	33	30	3	9,09
6	30	30	0	0,00
7	29	27	2	6,90
8	33	31	2	6,06
9	37	32	5	13,51
10	24	28	-4	-14,28
11	23	25	-2	-8,00
12	39	30	9	23,08
13	24	30	-6	-20,00
14	34	28	6	17,65
15	31	25	6	19,35
16	23	21	2	8,70
17	25	26	-1	-3,84
18	23	20	3	13,04
19	28	24	4	14,29
20	32	22	10	31,25
21	23	19	4	17,39
22	26	21	5	19,23
23	30	22	8	26,67
24	23	21	2	8,70
25	27	22	5	18,52
26	33	24	9	27,27
27	28	23	5	17,86
28	34	18	16	47,06
29	19	19	0	0,00
30	19	17	2	10,53
31	25	19	6	24,00
32	19	17	2	10,53
33	26	19	7	26,92

<b>34</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>50,00</b>
<b>35</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>10,00</b>
<b>36</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>16,67</b>
<b>38</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>22,22</b>
<b>39</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>40</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>16,13</b>
<b>41</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>4,35</b>
<b>42</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>15,00</b>
<b>43</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>22,73</b>
<b>44</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>14,29</b>
<b>45</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>25,00</b>
<b>46</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>18,18</b>
<b>47</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>6,67</b>
<b>48</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>22,22</b>
<b>49</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>29,41</b>

Izvor: Izradio autor

Prilikom rasta produktivnosti poboljšale su se još stavke sigurnosti u skladištu, održala se točnost na visokoj razini te se smanjilo vrijeme treninga i broj kontrolora izlaza. Ovi rezultati na jednostavan način prikazuju vrijednosti koje tvrtka dobije sa implementacijom glasovnog upravljanja. Pretpostavljena poboljšanja iz izračuna povrata investicije pokazala su se točnima te je nastalo očekivano povećanje produktivnosti što je i prikazano Grafikonom 11.

Grafički prikazana vremena su razlika dva načina komisioniranja. Stupci označavaju rad sa ručnim terminalom i rad sa glasovnim upravljanjem. Crna linija predstavlja razliku između tih vremena koja može biti i negativne vrijednosti što bi značilo da nema poboljšanja na tom nalogu. Linije nemaju konstantnu vrijednost već variraju od točke do točke zbog razlika koje nastaju prilikom izvođenja svakog procesa posebno.



**Grafikon 11** Grafički prikaz usporedbe dva načina komisioniranja

Izvor: Izradio autor

Iako nestabilnih vrijednosti, vidljivo je da u velikom broju glasovno upravljanje ima određenu prednost ispred komisioniranja sa ručnim terminalom. Na to ukazuju i podaci u grafikonu, ali i prosječne vrijednosti koje se mogu dobiti iz prikazanih vrijednosti.

## 5.5. Povrat investicije

Povrat investicije (engl. ROI - *Return on Investment*) nije jednostavno prognozirati. Potrebno je uzeti određene parametre u obzir. Bitno je sagledati i moguće buduće događaje koji bi mogli utjecati na investiciju. Primjerice, ukoliko se planira proširenje skladišta u budućnosti, onda je i to potrebno sagledati i uzeti u obzir jer značajno utječe na mnoge faktore. [2] Potrebno je realno sagledati situaciju i vidjeti hoće li se sustav koji trenutno odgovara zahtijevima moći primijeniti i prilikom proširenih zahtijeva.

ROI izračuna za istraživanu tvrtku prikazan je u nastavku. Bitno je naglasiti da se ROI zasniva određenim pretpostavkama, odnosno vrijednostima koje bi se trebale primijeniti uporabom novog sustava, poput produktivnosti, smanjenja broja pogrešaka i sl.

Kod izračuna postoji nekoliko pod stavaka i sve počinje sa općim podacima o tvrtki, zatim se radi izračun produktivnosti trenutnog i pretpostavljenog stanja, zatim izračun točnosti, te se prikazuje financijski izračun koliko bi jedan sustav poput glasovnog upravljanja zapravo vrijedio novčano te se za kraj izrađuje kalkulacija povrata investicije i ona je pokazana u mjesecima.

## OPĆI PODACI

Osnovne informacije koje služe u daljnjem izračunu su prosječni godišnji trošak na plaću operatera, broj radnih dana u godini te prosječan broj operatera u danu. To su temeljni podaci od kojih proizlaze daljnji izračuni te formule povrata investicije kroz područja produktivnosti, točnosti i financije.

## PRODUKTIVNOST

Bit mjerenja produktivnosti je snimanje i analiza vremena provedenog na provođenje jednog dijela zadatka unutar skladišta. Nije dovoljno samo jednom izmjeriti svaku pojedinu aktivnost, već nekoliko puta u različita doba radnog vremena i provedenu od strane više operatera. [32]

U ovom slučaju, za potrebe mjerenja povrata investicije važno je prikazati produktivnost kroz svakodnevnu aktivnost, na godišnjoj razini, ali i produktivnost po pojedincu. Izračun produktivnosti zahtijeva procjenu poboljšanja sa prijelazom s RF bar kod terminala na glasovno upravljanje. Procjena se dobije na temelju mjerenja koja su prethodno napravljena u realnim uvjetima u skladištu tvrtke.

Kroz formule u nastavku moguće definirati:

- Ukupan broj linija komisioniranja u godini;
- Broj odrađenih linija po operateru na dnevnoj i/ili godišnjoj razini. Povećanjem produktivnosti ujedno se smanjuje potreba za većim brojem operatera ukoliko su postojeći dovoljno efikasni. Efikasnost je poželjno nagraditi.

$$\text{Linija komisioniranja / operater / godina} = \frac{L_{gp}}{B_{od}} \quad [1]$$

$$\text{Log} = \frac{6.000.000}{44} = 136.364$$

$L_{og}$  - Linija komisioniranja/operater/godina

$L_{gp}$  - Linija komisioniranja/godina

$B_{od}$  - Broj operatera/dan

Formule [2] i [3] prikazuju pretpostavljenu produktivnost nakon implementacije glasovnog upravljanja. Potrebno je s oprezom uzeti zadane podatke jer su temeljene na pretpostavci i mjerenjima koja prethode implementaciji.

$$\text{Linija komisioniranja sa glasom / godina} = L_{gp} + (L_{gp} \cdot P_p) \quad [2]$$

$$L_{gg} = 6.000.000 + (6.000.000 \cdot 0.20) = 7.200.000$$

$L_{gg}$  - Linija komisioniranja sa glasom/godina

$P_p$  - Pretpostavljeno povećanje produktivnosti (%)

$$\text{Linija komisioniranja sa glasom/operator/godina} = L_{og} + (L_{og} \cdot P_p) \quad [3]$$

$$L_{gog} = 136.364 + (136.364 \cdot 0.2) = 163.636$$

$L_{gog}$  - Linija komisioniranja sa glasom/operator/godina

Kroz formulu [4] prikazana je ušteda na broju operatera. Mjera uštede na radnoj snazi je pretpostavljena mjera koja ulazi u izračun, međutim prilikom implementacije određenog sustava važno je prikazati kolike su vremenske uštede.

$$\text{Ušteda na broju operatera} = B_{od} - \left(\frac{L_{gp}}{L_{gog}}\right) \quad [4]$$

$$U_o = 44 - \left(\frac{6.000.000}{163.636}\right) = 7.33 \approx 7 \text{ operatera}$$

$U_o$  – Ušteda na broju operatera (broj operatera)

Formula [5] označava uštedu radne snage, odnosno umnožak godišnje plaće radnika i broja radnika koji bi se mogli smanjiti implementacijom sustava. Godišnja plaća radnika podrazumijeva bruto primanja koja poslodavac isplati za jednog djelatnika. U nastavku teksta određene vrijednosti su izražene u novčanim jedinicima te će se označavati kraticom (n.j.).

$$\text{Ušteda produktivnost} = U_o \cdot G_{to} \quad [5]$$

$$U_p = 7.33 \cdot 70.000 = 513.100 \text{ (n.j.)}$$

$U_p$  – Ušteda produktivnost (n.j.)

$G_{to}$  – Godišnji trošak operatera (n.j.)

## TOČNOST

Iz perspektive skladišta zadržati kupca te visoku razinu poslovanja znači osigurati točnost, a samim time kvalitetu i efikasnost troškova unutar procesa koji se kontroliraju. Osiguravanjem točnosti se pridonosi visokoj razini performansi i kao rezultat s dobije zadovoljstvo korisnika. [32]

U sljedećim formulama moguć je izračunan točnosti trenutnog sustava te uz predviđeno poboljšanje doći do zaključka koliku će uštedu donijeti povećanje točnosti te promjena sustava. U ovom slučaju se računa prelazak sa RF bar kod terminala na glasovno upravljanje.

Godišnji trošak pogreške, formula [6], izračunava se temeljem statistike dosadašnjeg uzorka rada operatera te kompleksnog izračuna troška jedne pogreške koja je dio izračuna za koji je potrebno uključiti određeni broj parametara.

$$\textbf{Godišnji trošak pogreške} = K_p \cdot T_p \quad [6]$$

$$\textbf{Gtp} = 2.800 \cdot 40 = 112.000 \text{ (n.j.)}$$

$G_{tp}$  - Godišnji trošak pogreške (n.j.)

$K_p$  - Količina pogrešaka

$T_p$  - Trošak pogreške (n.j.)

Kao što je spomenuto ranije, izračuni povrata investicije su veoma ovisni o pretpostavljenim vrijednostima pa tako i formula [7] ovisi o procjeni broja pogrešaka koje će se dogoditi uvođenjem sustava, uz pretpostavku da će se sustav pokazati kao točnija opcija.

$$\textbf{Količina pogrešaka sa glasovnim upravljanje} = L_{gp} \cdot (1 - T_g) \quad [7]$$

$$\textbf{Kpg} = 6.000.000 \cdot (1 - 0.9985) = 9.000$$

$K_{pg}$  - Količina pogrešaka sa glasovnim upravljanjem

$T_g$  - Pretpostavljena točnost komisioniranja sa glasovnim upravljanjem

$$\textbf{Ušteta na količini pogrešaka} = (K_p - K_{gp}) \cdot T_p \quad [8]$$

$$\textbf{Usp} = (2.800 - 9000) \cdot 40 = -248.000 \text{ (n.j.)}$$

$U_{sp}$  - Ušteta na količini pogrešaka (n.j.)

Dobivena vrijednost je negativna zbog pretpostavljenog povećanja broja grešaka uvođenje glasovnog upravljanja te ovom stavkom nije moguće stvoriti financijske uštede.

Formula [9] izražava uštedu nastalu smanjenjem pogrešaka te uštedu kroz povećanu točnost te smanjenjem potrebe za velikim brojem kontrolora izlaza. Postoji i opcija da se kontrola izlaza smanji

na minimalan broj djelatnika ukoliko se pokaže isplativijom opcijom podržati trošak određenog broja pogrešaka.

$$\mathbf{Ušteda\ točnost = U_{sp} + U_p} \quad [9]$$

$$\mathbf{Ut = -248.000 + 513.100 = 265.100\ (n.j.)}$$

$U_t$  – *Ušteda točnost (n.j.)*

## **FINANCIJE**

Za analizu skladišnih operacija kroz financijsku perspektivu treba biti vrlo oprezan. Najčešće su izražene samo financijske transakcije prodaje dok su uglavnom manje zabilježene skladišni događaji.

U financijskim izvještajima, konzumacija vremena potrebnog za određenu radnju se može evaluirati te ne treba zanemariti mala vremena potrebna da se neka radnja odradi, pritom se misli i na vrijeme koje se mjeri dosta često samo u sekundama. Vremenska konzumacija ima stručan naziv te se u literaturi može pronaći kao DIO (engl. *Days Inventory Outstanding*). [1]

Trošak implementacije sustava glasovnog upravljanja prvenstveno ovisi o cijenama proizvođača i dobavljača sustava te o broju operatera za koje se nabavlja novi sustav. Postoji opcija implementacije glasovnog upravljanja samo u određenoj zoni skladišnog prostora stoga je bitno naglasiti da ovisi i o broju operatera koji će koristiti opremu.

$$\mathbf{Trošak\ implementacije\ glasovnog\ upravljanja = C_u \cdot B_{od} + D_t \cdot B_{od}} \quad [10]$$

$$\mathbf{T_{ig} = 20.000 \cdot 44 + 1.000 \cdot 44 = 924.000\ (n.j.)}$$

$T_{ig}$  – *Trošak implementacije glasovnog upravljanja (n.j.)*

$C_u$  – *Cijena kompleta uređaja sa licencama (n.j.)*

$D_t$  – *Dodatni trošak opreme (n.j.)*

Prilikom izračuna ukupnih troškova važno je uzeti u obzir i troškove integracije s postojećim sustavom i razvoja aplikacije prema potrebama kupca što nije zanemariv trošak.

$$\mathbf{Ukupni\ trošak = T_{ig} + T_i} \quad [11]$$

$$\mathbf{UKt = 924.000 + 150.000 = 1.074.000\ (n.j.)}$$

UK<sub>t</sub> – Ukupni trošak (n.j.)

T<sub>i</sub> – Trošak integracije sa postojećim skladišnim ERP/WMS sustavom (n.j.)

## ROI

Povrat investicije računa se kroz dvije formule koje prethode konačnom rezultatu. Formula [12] računa ROI na temelju produktivnosti te povećanju iste kroz period od dvanaest mjeseci, dok u formuli [13] se računa točnost kroz period od dvanaest mjeseci.

$$ROI \text{ produktivnost (mjeseci)} = \frac{UK_t}{U_p} \cdot 12 \quad [12]$$

$$ROI \text{ produktivnost} = \frac{1.074.000}{513.100} \cdot 12 = 25,12 \text{ mjeseci}$$

$$ROI \text{ točnost (mjeseci)} = \frac{UK_t}{U_t} \cdot 12 \quad [13]$$

$$ROI \text{ točnost} = \frac{1.074.000}{265.100} \cdot 12 = 48,6 \text{ mjeseci}$$

Konačni rezultat povrata investicije je omjer ukupnog troška implementacije i zbroja rezultata prikazanog kroz formule [12] i [13] isto kroz period od 12 mjeseci. Povrat investicije je brojka čiji je rezultat iskazan u mjesecima te služi korisniku kao prikaz kroz koje vremensko razdoblje će povratiti uloženo u investiciju.

$$ROI \text{ kombinirano (mjeseci)} = \left( \frac{UK_t}{U_t + U_p} \right) \cdot 12 \quad [14]$$

$$ROI \text{ kombinirano} = \left( \frac{1.074.000}{513.100 + 265.100} \right) \cdot 12 = 16,56 \text{ mjeseci}$$

Dobivena vrijednost za „ROI kombinirano“ iznosi 16,56 mjeseci što označava vremenski period kroz koji bi se trebala povratiti investicija. Zbog velikog broja pretpostavki postoje odstupanja od dobivenog rezultata te se stvarni ROI dobije nakon početka korištenja sustava komisioniranja glasom.



## 6. ZAKLJUČAK

Proces komisioniranja jedan je od važnijih skladišnih procesa. Komisioniranje je proces koji generira najveće troškove te zahtijeva veliki utrošak vremena. U literaturi ne postoji najbolje, univerzalno rješenje za optimalno izvršavanje procesa komisioniranja. Iako postoje različite metode, potrebno je odlučiti koja metoda najbolje pristaje kojoj vrsti skladišta. Kroz rad je analiziran proces komisioniranja u skladištu tvrtke koja je htjela nastaviti svoje djelovanje novim tehnologijama. S obzirom na implementaciju novog sustava za izvršavanje skladišnih procesa, potrebno je bilo napraviti usporedno stanje te na temelju toga donijeti zaključak o isplativosti investicije i prednostima koje novi sustav donosi.

Optimizacija skladišnog sustava vršila se na način da se uvođenjem komisioniranja glasom koje se koristi za procese komisioniranja, otpreme, nadopune, inventure i prijema robe smanji vremenski period izvršavanja zadanih naloga što ujedno ima i značajan utjecaj i na cijeli logistički proces tvrtke kojemu je za cilj u što kraćem vremenu odgovoriti na zahtjeve korisnika te pružiti što kvalitetniju uslugu u što kraćem vremenskom periodu.

Put do što kvalitetnijeg i boljeg rješenja nije samo ulaganje u tehničku opremu, u ovom slučaju ulaganje u komisioniranje glasom, već je potrebno napraviti cjelokupnu optimizaciju sustava kako bi efekt poboljšanja postao još veći. Nakon provedenog istraživanja vezanih za skladišne procese tvrtke na koje uvelike utječe sezonalnost tvrtke došlo se do nekoliko prednosti za navedene procese vezane uz njihovo izvođenje sa glasovnim upravljanjem:

- Kratko vrijeme treninga, velika prednost zbog sezonskih radnika;
- Veća produktivnost, potreban manji broj djelatnika za isti obujam posla;
- Definirani skladišni procesi te uloga svakog od operatera;
- Smanjeni broj pogrešaka, manji broj kontrolora izlaza;
- Smanjeno fizičko opterećenje operatera;
- Slobodne ruke i pogled usredotočen na izvršavanje zadataka, smanjena mogućnost sudara i ozljeda.

Izmjena skladišne opreme, točnije RF ručnih bar kod terminala sa komisioniranjem glasom, je velika investicija koja zahtijeva veliku količinu posla i ulaganja ne samo u hardware već i u prilagodbu opreme sa postojećim skladišnim WMS sustavom kako bi sve funkcioniralo na najvišoj razini. Takva investicija zahtijeva velika financijska sredstva te sa financijskog aspekta vrlo je bitno da se povrat investicije projekta izvrši u što kraćem vremenskom periodu. Implementacija komisioniranja glasom pokazala se kao vrlo dobra investicija koja je zadovoljila očekivanja i s kojom operateri imaju vrlo dobra iskustva.

## LITERATURA

- [1] Bartholdi, J., Hackman S.: *Warehouse and Distribution Science*, svez. 0.94, Atlanta: School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, 2011, pp. 23-32.
- [2] Richards., G.: *Warehouse Management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*, svez. Second Edition, New Delhi: Kogan Page Limited, 2014, p. 76.
- [3] Oluić, Č.: *Skladištenje u industriji*, Zagreb: FSB, 1997.
- [4] FSB, Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje, URL: [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_1.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013__18997_Skladistenje_TL-5_1.pdf). (pristupljeno: svibanj 2016.)
- [5] Roodbergen, K.: *Layout and routing methods for warehouses*, *ERIM Ph.D. series Research in Management* 4, 2001.
- [6] Đukić, G.: *Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima*, Doktorska disertacija, 2004.
- [7] Mendes, P.: *Demand Driven Supply Chain: A Structured and Practical Roadmap to Increase Profitability*, 2011 ur., Springer, 2011.
- [8] Frazelle, E. H.: *World-Class Warehousing and Material Handling*, Atlanta, GA: Logistics Resources International, 1996.
- [9] Đurđević, D., Miljuš, M.: *Komisioniranje - upravljački aspekt*, *Tehnika - Saobraćaj*, svez. 56 (4), 2009.
- [10] Logistics supply chain forum, 2015., URL: [logisticssupplychainforum.blogspot.com](http://logisticssupplychainforum.blogspot.com). (pristupljeno: lipanj 2016.)
- [11] Habek, M., i suradnici: *Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje*, *RRIF*, 2002.
- [12] Sekso, S.: *Uloga informacijskih sustava u upravljanju materijalima i zalihama*, *Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu*, svez. Vol. 2, 2011.

- [13] Petrović, D. P.: *ERP sistemi u funkciji unapređenja kvaliteta poslovanja*, 36. Nacionalna konferencija o kvalitetu, 2009.
- [14] Vuković, A., Džambas, I., Blažević, D.: *Razvoj ERP-koncepta i ERP-sustava*, Međunarodni časopis namijenjen prezentaciji i razmjeni originalnih istraživanja s aspekta dizajna, materijala i novih tehnologija u području strojarstva, brodogradnje, temeljnih tehničkih znanosti, elektrotehnike, računarstva i građev, 2007.
- [15] Infotrend, 2013., URL: <http://www.infotrend.hr/userfiles/image/casopis/193/erpII-11a.jpg>. (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [16] Butina, S.: *Analiza logističkog sustava veleprodajne tvrtke*, Diplomski rad, 2016.
- [17] Grosse, E. H., Glock, C. H., Neumann P. W.: *Human Factors in Order Picking System Design: A Content Analysis*, svez. 48, br. 3, 2015.
- [18] Miller, A.: *Order Picking for the 21st Century; Voice vs. Scanning Technology*, A white paper By Aaron Miller.
- [19] Battini, D., Calzavara, M., Persona A., Sgarbossa F.: *Linking human availability and ergonomics parameters in order-picking systems*, *IFAC-PapersOnLine* 345–350, svez. 48, br. 3, 2015.
- [20] Bode, W., Rudiger, W. P.: *Comprehensive introduction to ingralogistics*, Fachhochschule Osnabruck, 2007.
- [21] Intermec IP Corp., *Optimizing Your Warehouse with Voice*, 2012., URL: [www.vocollect.com](http://www.vocollect.com). (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [22] Tompkins, J. A., Smith, J. D.: *The Warehouse Management Handbook*, Tompkins Press, 1998.
- [23] BarcodesInc, 2016., URL: <https://www.barcodesinc.com>. (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [24] Cecere, L.: *The Power of Voice*, Supply Chain Insights LLC, 2013.
- [25] Espro iPLUS group, URL: [http://www.espro-ing.si/uploads/podobe/svs\\_govorno\\_vodenje2.jpg](http://www.espro-ing.si/uploads/podobe/svs_govorno_vodenje2.jpg). (pristupljeno: srpanj 2016.)

- [26] Naftowka, URL: [http://naftowka.pl/zsp4/media/pomoce/eng/voice\\_directed\\_warehousing.pdf](http://naftowka.pl/zsp4/media/pomoce/eng/voice_directed_warehousing.pdf). (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [27] Vitech group, URL: <http://www.vitechgroup.com/web/solutions/voice/voicetechnology.aspx>. (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [28] Cecere, L.: *The Power of Voice: The Value Proposition of Voice-directed Warehousing*, «Supply Chain Insight», 2013.
- [29] FPZ, *Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje i unutrašnji transport*, Zagreb, 2008.
- [30] EFOS, *Autorizirana predavanja iz kolegija ERP - upravljanje resursima poduzeća*, 2013., URL: [www.efos.unios.hr/arhiva/dokumenti/ERP\\_1.ppt](http://www.efos.unios.hr/arhiva/dokumenti/ERP_1.ppt). (pristupljeno: srpanj 2016.)
- [31] GS1 Croatia, URL: <http://www.gs1hr.org/djelatnosti/identifikacija/logisticke-naljepnice>. (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [32] Peters T., *Performance management*, URL: <http://www.koganpageusa.com/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [33] Špica Sustavi d.o.o., URL: <http://www.spica.hr/> (pristupljeno: srpanj 2016.)

## POPIS SLIKA

<b>Slika 1</b> Prikaz ulaznih i izlaznih procesa.....	2
<b>Slika 2</b> Tipične skladišne zone i tok robe.....	5
<b>Slika 3</b> Bogatstvo podacima i nedostatak integriranih informacija u ERP sustavu.....	14
<b>Slika 4</b> Prikaz: a) ručnog terminala, b) nosivog terminala sa prstnim skenerom i c) terminala za montiranje na transportno manipulativno sredstvo.....	22
<b>Slika 5</b> Primjer rada glasovnog upravljanja u skladištu.....	25
<b>Slika 6</b> Prikaz paletne oznake.....	33
<b>Slika 7</b> Prikaz skladišnog regala sa bar kod oznakom.....	39
<b>Slika 8</b> Prikaz kontrolnog broja na paletnom regalu.....	40

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1</b> Proces komisioniranja rastavljen na stavke unutar samog procesa.....	7
<b>Tablica 2</b> Usporedba modula u klasičnom ERP-u i proširenom ERP sustavu.....	13
<b>Tablica 3</b> Komisioniranje: najbolji u razredu.....	19
<b>Tablica 4</b> Udio glasovnog upravljanja i godišnjih troškova u skladišnim procesima.....	23
<b>Tablica 5</b> Ispravan i neispravan način komunikacije sa uređajem.....	38
<b>Tablica 6</b> Opis razgovornog procesa između operatera i uređaja.....	39
<b>Tablica 7</b> Proces komisioniranja sa RF ručnim bar kod terminalom .....	42
<b>Tablica 8</b> Proces komisioniranja sa glasovnim upravljanjem .... ..	43
<b>Tablica 9</b> Usporedni prikaz poboljšanja između dva načina komisioniranja .....	44
<b>Tablica 10</b> Skupna usporedba pet naloga komisioniranja .....	45
<b>Tablica 11</b> Vremena puta i komisioniranja.....	46
<b>Tablica 12</b> Vremena puta i komisioniranja (glasovno upravljanje) .....	48
<b>Tablica 13</b> Usporedna vremena komisioniranja sa prikazom poboljšanja .....	51

## POPIS GRAFIKONA

<b>Grafikon 1</b> Skladišne aktivnosti kao udio u ukupnom trošku.....	3
<b>Grafikon 2</b> Broj linija komisioniranja po pojedinom nalogu (%).....	6
<b>Grafikon 3</b> Grafički prikaz komisioniranja „Roba čovjeku“ i „Čovjek robi“.....	10
<b>Grafikon 4.</b> Međusobne poveznice prilikom komisioniranja.....	20
<b>Grafikon 5</b> Usporedba komisioniranja pomoću različitih tehnologija.....	21
<b>Grafikon 6</b> Zadovoljstvo korisnika trenutačnim skladišnim rješenjem komisioniranja.....	29
<b>Grafikon 7</b> ERP – Temeljni procesi i podaci, materijalni i informacijski tokovi.....	32
<b>Grafikon 8</b> Dijagram toka procesa komisioniranja.....	34
<b>Grafikon 9</b> Grafički prikaz ovisnosti vremena komisioniranja i puta o broju linija naloga (ručni terminal).....	48
<b>Grafikon 10</b> Grafički prikaz ovisnosti vremena komisioniranja i puta o broju linija naloga (glasovno upravljanje) .....	50
<b>Grafikon 11</b> Grafički prikaz usporedbe dva načina komisioniranja.....	53

## METAPODACI

**Naslov rada:** Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom-studija slučaja

**Student:** Nikola Dujmešić

**Mentor:** dr. sc. Ivona Bajor

**Naslov na drugom jeziku (engleski):** Optimizing Picking Process by Pick by Voice System-case study

### **Povjerenstvo za obranu:**

- prof. dr. sc. Kristijan Rogić predsjednik
- dr. sc. Ivona Bajor mentor
- doc. dr. sc. Diana Božić član
- prof. dr. sc. Mario Šafran zamjena

**Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Zavod za transportnu logistiku

**Vrsta studija:** diplomski

**Studij:** Logistika

**Datum obrane diplomskog rada:** 27.09.2016.

**Napomena:** pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom **Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja**  
**glasom - studija slučaja**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 16.9.2016 \_\_\_\_\_

Student/ica:

\_\_\_\_\_  
(potpis)